

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Merenkulun koulutusohjelma / merenkulkualan insinööri

Valteri Martikainen

VENTTIILEIDEN HUOLTO

Opinnäytetyö 2013

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Merenkulku

MARTIKAINEN, VALTTERI

Venttiileiden huolto

Insinööriyö

49 sivua + 16 liitesivua

Työn ohjaaja

Lehtori Ari Helle

Toimeksiantaja

Kymi Technology

Joulukuu 2013

Avainsanat

venttiilit, huolto, luistiventtiili, läppäventtiili, palloventtiili, istukkaventtiili, takaiskuventtiili, varoventtiili

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, kuinka huoltaa erityyppisiä venttiileitä.

Työssä selvitettiin venttiileiden mahdollisen vikaantumisen syitä, miten erilaisia venttiileitä käytetään niiden ominaisuudet huomioon ottaen ja kuinka venttiileille suoritetaan yksinkertaista perushuoltoa.

Tieto on kerätty pääosin huoltamalla venttiilejä laivalla työskenneltäessä. Työn yhteydessä vierailtiin tamperelaisessa venttiilihuoltoyrityksessä Armatek Oy:ssä tutustumaan siihen, kuinka venttiileitä voidaan huoltaa ammattikaluston avulla.

Työn tavoitteena oli laatia katsaus yleisimpien venttiileiden huoltoon laivalla olevaa materiaalia ja kunnossapitokalustoa käyttäen. Työssä esitellään muutamia yksinkertaisia venttiilinhuoltotoimenpiteitä.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Kyminlaakso University of Applied Sciences

Marine Technology

MARTIKAINEN, VALTTERI

Maintenance of Valves Onboard

Bachelor's Thesis

49 pages + 16 pages of appendices

Supervisor

Ari Helle, Senior Lecturer

Commissioned by

Kymi Technology

Keywords

valve, maintenance, gate valve, butterfly valve, ball valve, socket valve, non-return valve, safety valve

This thesis was commissioned by Kymi Technology. The aim of this study was to examine the maintenance of different types of valves onboard. The study focused on the common faults of valves and how to perform maintenance to each valve type. Also, this study surveyed the usage of different valves.

The study was executed during working onboard. In addition, a visit to Armatek Oy in Tampere was performed to observe various procedures of maintaining valves at a professional workshop.

The study defined a few ways to maintaining valves, and the results responded to the aim of the study. During the research, it was easy to notice that there were few simple procedures to perform the maintenance. The visit at Armatek Oy clarified that the procedures between shipboard maintenance and maintenance at a professional workshop were similar and therefore, the result of the study was desirable.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	6
2	VENTTIILI.....	6
2.1	Venttiilin valinta.....	7
2.2	Materiaalin valinta.....	8
2.2.1	Pronssi	8
2.2.2	Valurauta	9
2.2.3	Teräs	9
2.2.4	Punametalli.....	9
3	VENTTIILITYYPIT	9
3.1	Luistiventtiili	9
3.1.1	Rakenne	10
3.1.2	Muut osat	10
3.1.3	Luistiventtiilin piirteitä.....	11
3.2	Istukkaventtiili	11
3.2.1	Rakenne	12
3.2.2	Venttiilin osat	12
3.2.3	Muut osat	12
3.2.4	Istukkaventtiilin piirteitä.....	13
3.3	Palloventtiili	13
3.3.1	Rakenne	14
3.3.2	Venttiilin osat	14
3.3.3	Muut osat	14
3.3.4	Palloventtiilin piirteitä	15
3.4	Läppäventtiili	15
3.4.1	Rakenne	15
3.4.2	Venttiilin osat	16
3.4.3	Muut osat	16
3.4.4	Läppäventtiilin piirteitä	16
3.5	Takaiskuventtiili	17
3.5.1	Rakenne	17

3.5.2	Takaiskuventtiilin piirteitä.....	19
3.6	Varoventtiili.....	19
3.6.1	Venttiilin avautuminen ja sulkeutuminen	19
3.6.2	Varoventtiilin piirteitä	21
4	Venttiilin kuluminen	21
4.1	Eroosio.....	21
4.2	Väliaineen kemialliset vaikutukset	22
4.3	Lämpötilan vaikutukset	23
4.4	Paine	23
5	Huolto	23
5.1	Yleistä huollosta.....	23
5.2	Karan tiivistys.....	25
5.3	Luistiventtiilin huolto.....	26
5.3.1	Pesän tiivisteiden hionta	26
5.3.2	Luistin hionta.....	27
5.3.3	Koeponnistus	29
5.4	Istukkaventtiilin huolto.....	30
5.4.1	Seklan hionta	31
5.4.2	Seetin hionta.....	33
5.4.3	Koeponnistus	36
5.5	Palloventtiilin huolto	36
5.7	Läppäventtiilin huolto.....	39
5.7.1	Koeponnistus	41
5.8	Takaiskuventtiilin huolto	41
5.9	Varoventtiileiden huolto	45
5.9.1	Koeponnistus	46
6	Armatek Oy.....	46
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	47

LÄHTEET

LIITTEET

LIITE 1. Putkien ja venttiilien nimelliskoot

LIITE 2. Putkien ja venttiilien nimellispaineet

LIITE 3. Materiaalinumerointi

1 JOHDANTO

Venttiileiden huolto on rutiininomaista työtä jokapäiväisessä laivaelämässä. Omien kokemusten valossa jokaisella työvuorolla on joutunut huoltamaan erityyppisiä venttiileitä. Kouluaikana emme kuitenkaan huoltaneet venttiileitä ollenkaan, joten päätin ottaa venttiileiden huollon opinnäytetyöni aiheeksi.

Prosessiteollisuudessa ja laivoilla on käytössä erikokoisia putkistoja ja monia eri väliaineita. Venttiilit valitaan putkistoon ominaisuuksien ja tarkoituksen mukaan. Osa venttiileistä toimii sulkuventtiileinä, osa säätöventtiileinä ja joitakin venttiilityyppiä voi käyttää kumpaankin tarkoitukseen. Käytössä venttiilit vioittuvat ja ne tarvitsevat huoltoa. Suurimmaksi osaksi venttiileiden huoltotoimenpiteet ovat hyvin yksinkertaisia ja toteutettavissa muutamalla työkalulla; yleensä itse tehdyillä hiomatyökaluilla.

Tässä opinnäytetyössä selvitetään yleisempien sulku- ja säätöventtiileiden kunnostukseen tarkoitettuja huoltotoimenpiteitä, joita voidaan suorittaa laivalla tai konepajalla. Huollon avulla säästetään materiaalikustannuksissa ja eteen voi tulla tilanne, että varaventtiiliä ei ole varsinaisen venttiilin tilalle ja vioittunut venttiili joudutaan huoltamaan. Työhön sisältyy myös vierailu ammattikonepajalla, jossa on tarkoitus tutustua minkälaista huoltoa ja kunnossapitoa voidaan suorittaa erilaisille venttiileille ammattikalustolla.

Työssä olevat valokuvat ovat tekijän omia, ellei muuta lähdeä mainita.

2 VENTTIILI

Venttiilit voidaan jaotella monella tavalla. Jaottelu voidaan tehdä operointitavan perusteella, liitännätavan mukaan ja toimintatavan mukaan. Yleisesti venttiilit jaetaan sulkuventtiileihin ja säätöventtiileihin. Sulkuventtiilin avulla voidaan putkistoa rajata ja sulkea pois käytöstä sellaisia putkiston osia, joita ei sillä hetkellä tarvita. Säätöventtiili säätelee putkistossa virtaavan väliaineen painetta ja virtausta(1, II:1). Tässä työssä venttiilit on jaoteltu sulku- ja säätöventtiileihin.

2.1 Venttiilin valinta

Valittaessa oikeanlaista venttiiliä putkistoon tulee ottaa huomioon, minkälaiseen käyttöön venttiili on tarkoitettu. Onko venttiilillä tarkoitus säätää vai toimia sulkuventtiilinä? Valintaa tehtäessä on myös otettava huomioon väliaineen ominaisuuksia, kuten lämpötila, paine, sakeus etc. Tärkeää on myös selvittää käytön kannalta, onko venttiiliä voitava käyttää nopeasti, kuten palloventtiiliä, vai hitaasti kuten luistiventtiiliä. Tilantarve, paino ja huoltovälit vaikuttavat myös paljon siihen, millaista venttiiliä putkistoon suunnitellaan. (1, III:1) (2, IX:2)

Venttiilin runkoon on tapana merkitä valmistajan tunnus, raaka-aine, nimellispaine ja nimellissuuruus. Nimellissuuruuden merkitsemistapoja on useita ja standarditoimistojaa on paljon. Yleisimmät venttiili- ja putkikoot ilmoitetaan ANSI:n (American National Standards Institution) mukaan, joka on Yhdysvaltojen standarditoimisto, tai saksalaisen DIN (Deutsches Institut für Normung) -standarditoimiston mukaan. ANSI-standardeissa kokoluokat on ilmoitettu tuumina ja DIN-standardissa millimetreinä. Liitteessä 1 on taulukko DIN-standardin kokoluokista sekä niitä vastaavista ANSI-standardin kokoluokista. (1, IX:4-5)

Nimellispaine PN (pressure nominal) kertoo venttiiliin suurimman sallitun käyttöpaineen, jota ei tule normaalikäytössä ylittää. Vain venttiilin testauksessa nimellispaine ylitetään, jotta voidaan varmistua venttiilin toiminnasta normaalissa käyttöpainessa. Liitteessä 2 on lista käytössä olevista nimellispaineista. Esimerkiksi PN 10 tarkoittaa, että venttiilin suurin sallittu käyttöpaine on 10 baaria. Paineluokka kasvaa venttiilin rakenteen ja koon myötä. Hitsattavalla venttiilillä on korkeampi paineluokka kuin laippaliitoksella venttiilillä. ANSI-standardin mukaan paineluokat on ilmoitettu PSI:na (Pounds per Square Inch). Venttiiliin osiin käytetyt raaka-aineet ja materiaalit on myös tapana dokumentoida vähintään laitteen manuaaliin. Materiaalstandardejakin on olemassa useita. Liitteessä 3 on löydettävissä taulukko saksalaisesta materiaalinumeroinnista.

Laivalla on useita luokitettuja komponentteja, joita luokituslaitos määrää. Putkistojärjestelmissä muun muassa pumput ja osa venttiileistä ovat luokituksen alaisena. Tämä tarkoittaa, että luokitettua venttiiliä ei voi korvata millä tahansa vastaavalla venttiilillä, vaan sen pitää olla luokituslaitoksen hyväksymä venttiili.

Taulukko 1. Eri venttiileiden ominaisuuksia (1, II:18)

Venttiili	Sulku/säätö	Koko	Korkeat paineluokat	Lämpötila-alue	Virtausvastus	Nopeus	Käyttöaste	Epäpuhtaat väliaineet
Luisti	+/-	-	+	+	+	-	-	-
Istukka	+/+	-	+	+	-	+	+	-
Läppä	+/+	+	-	+	+	+	+	+
Pallo	+/+	+	+	+	+	+	+	+

2.2 Materiaalin valinta

Venttiilin materiaalivalinnassa pääpaino kohdistuu venttiilin rungon materiaaliin sekä venttiilikoneiston materiaaliin. Venttiilin koneistoon luetaan kara, istukka, lautanen ja tiivistyspinnat. Tieto venttiilin materiaalista helpottaa venttiilin huoltoa, kun tiedetään eri materiaalien ominaisuudet. Materiaalin valintaan vaikuttavat paljon väliaineen kemialliset ominaisuudet, esimerkiksi syövyttävä vaikutus materiaaliin. Myös virtausai-
neen puhtaus sekä rasituksen laatu vaikuttavat venttiilin materiaalin valintaan. (3, III:1)

2.2.1 Pronssi

Pronssi on kuparista, tinasta ja sinkistä seostettua metallia. Se on hyvin käyttökelpoinen aine venttiilien valmistukseen. Sillä on matala sulamispiste, ja koska valtaosa pronssista on kuparia, on pronssin työstö helpommin hallittavissa kuin raudan. Ominaisuuksiltaan pronssi on tiheämpää kuin rauta. Tämän vuoksi venttiileiden seinämistä voidaan tehdä ohuempia. Pronssilla on hyvä korroosionkesto, joten se on merivesiputkistoissa kestävämpi vaihtoehto kuin rauta. Pronssilla on hyvä lämmönsieto. Höyry-

linjoissa pronssin käyttöä ei suositella, koska korkea lämpötila ja kattilaan syötettävät kemikaalit syövyttävät pronssia. (3, I:1-2)

2.2.2 Valurauta

Valurauta on raudan ja hiilen seos. Valurautoilla hiilipitoisuus ylittää 2,1 %:n rajan. Valurauta on paljon käytetty materiaali venttiileissä sen halpuuden ja ominaisuuksien vuoksi. Nimensä mukaan valurauta on helposti valettavissa oleva seos. Se kestää hyvin syövytystä ja on kestävä materiaali usealle eri alkalille. Vaikka valurauta on suhteessa terästä kestävämpää, on se kuitenkin korkean hiilipitoisuuden vuoksi haurasta. Kova paineisku voi murtaa valurautaisia komponentteja. (3, III:2) (4:20)

2.2.3 Teräs

Teräs on metalliseos, jonka hiilipitoisuus on alhaisempi kuin valuraudan. Teräksen hiilipitoisuus on korkeintaan kaksi prosenttia. Teräs on helposti lujitettavissa lämpökäsittelyn avulla ja sitä voidaan plastisesti muovata seostamalla eri raaka-aineita. Teräs on kestävä materiaali ja sitä käytetään paljon venttiileiden tiivistepinnoissa. Kestävyytensä ansiosta terästä voidaan käyttää korkeissakin lämpötiloissa. Yleisiä teräksen käyttömuotoja ovat ruostumaton ja haponkestävä teräs. (3, III:2-4) (4:21)

2.2.4 Punametalli

Punametallia saadaan valmistettua seostamalla kuparia, sinkkiä, lyijyä ja tinaa. Siitä valmistetaan valamalla armatuureja ja putkistovarusteita. Punametallien korroosionkestävyys on parempi kuin yleisten valumessinkien. (4:36)

3 VENTTIILITYYPIT

3.1 Luistiventtiili

Luistiventtiili on erittäin yleinen ja paljon käytetty venttiilityyppi sulkuventtiilikategoriassa. Luistiventtiili on aksiaalisesti toimiva, käsikäyttöinen venttiili.

3.1.1 Rakenne

Venttiili sulkeutuu ja avautuu liikuttaessa sulkuelinä eli luistia kohtisuoraan putkistoon nähden. Venttiilin pesään on hyvä varata paljon tilaa, jotta venttiilin avautuessa väliaine pääsee virtaamaan mahdollisimman tehokkaasti. Venttiilin sulkuelin eli luisti on normaalisti tasomainen tai kiilamainen. Luisti voi olla kiinteä tai joustava ja se voi olla muotoiltu yhdestä tai useammasta osasta. (1, II:2)

Kiilamainen luisti tiivistää pesän tiivistyspintoja vasten venttiiliä suljettaessa. Tiiveyttä voidaan parantaa lisäämällä momenttia eli lisäämällä karan välittämää sulkuvoimaa. Lisäksi tiiviyttä parantaa väliaineen luistiin kohdistama paine, joka painaa luistia tiivistyspintaa vasten. Tiivistyspintojen valintaan vaikuttaa venttiilin käyttökohde. Esimerkiksi joissakin tapauksissa luisti voi olla kuminen, jos lämpötila nousee korkealle, tiivistyspinnat ovat metallia. Etenkin puhtailla väliaineilla, kuten ilma tai vesi, luisti-venttiili on erittäin tiivis. (1, II:2-3)

3.1.2 Muut osat

Venttiilin kuori muodostuu kahdesta pääkomponentista: pesästä ja kannesta. Luisti-venttiilit ovat normaalisti suurikokoisia, etenkin jos kyseessä on täysaukkoinen venttiili, jolloin venttiilin virtausaukko on putkiston poikkipinta-alan suuruinen. Tämä tekee suurissa putkistoissa venttiileistä raskaita ja suurikokoisia. Kansi on yleensä kiinnitetty pesään ruuviliitoksen avulla. Ruuviliitoksen vuoksi kansi on helppo irrottaa pesästä, jolloin luisti ja tiivistyspinnat voidaan huoltaa irrottamatta venttiiliä putkistosta. Venttiili avataan ja suljetaan karan avulla. Karan tiivistämiseen käytetään poksitiivettä, jotta väliaine ei pääse purkautumaan venttiilistä karaa pitkin. (1, II:3-4)



Kuva 1. Luistiventtiili

Luistiventtiilin piirteitä

- + Laaja valikoima lämpötilan ja paineen suhteen
- + Hyvä tiiveys
- + Pieni virtausvastus
- + Sopii vedelle, höyrylle, öljylle
- Epäpuhtailla väliaineilla tiivistuspintojen väliin joutunut lika vahingoittaa tiivistepintoja
- Paineluokan noustessa venttiili on raskas ja suurikokoinen
- Sopii pääosin sulkuventtiiliksi (1, II:4)

3.2 Istukkaventtiili

Istukkaventtiili on yleinen venttiilityyppi sekä sulkuventtiilinä että säätöventtiilinä. Istukkaventtiilin toiminta perustuu aksiaaliseen liikkeeseen. Pesässä liikkuva istukka puristetaan kiinni vastinpintaan, jolloin väliaineen virtaus pysäytetään.

3.2.1 Rakenne

Istukkaventtiili on yleisesti muotoiltu niin, että väliaine virtaa venttiilin läpi S-mutkan kautta. S-mutka hidastaa väliaineen virtausta eli luo virtausvastuksen. Virtaussuunta on yleensä merkitty venttiilin ulkokuoreen ja virtaus tapahtuu istukkaa vasten. Joissakin tapauksissa virtausvastusta voi pienentää muuntamalla tiivistyssuunta 45 asteen kulmaan. Tällöin kara sekä istukka ovat myös 45 asteen kulmassa putkistoon nähden. (1, II:4-5)

3.2.2 Venttiilin osat

Karaa pyöritettäessä istukkaventtiilin sulkuelin, istukka (sekla), tiivistyy pesässä olevaa tiivistyspintaa, seetiä, vasten. Jos tiivistysvoimaa halutaan lisätä, sitä saadaan lisäämällä karan sulkuvoimaa. Pesän ja istukan materiaaleja vaihtamalla voidaan istukkaventtiiliä käyttää erilaisille materiaaleille. (1, II:5)

Puhtailla väliaineilla istukkaventtiilillä saavutetaan hyvä tiiveys. Venttiili on herkkä putkistossa kulkeville epäpuhtauksille. Venttiiliä suljettaessa tiivistyspinnat lähenevät toisiaan ja epäpuhtaudet voivat jäädä pintojen väliin. Tiivistepintoja väliin joutuva partikkeli ei tiivistä venttiiliä kokonaan ja aiheuttaa tiivistepintoihin lommoja ja uria, jotka vaikuttavat venttiilin tiiveyteen. (1, II:5-6)

3.2.3 Muut osat

Kuten luistiventtiili, istukkaventtiilin kuori muodostuu pesästä ja kannesta. Kannen kiinnityksessä on useita vaihtoehtoja. Yleisimmät ovat ruuviliitos tai kansi on kierteitetty, eli sen voi pyörittää irti venttiilin pesästä. Nämä kiinnitysmuodot mahdollistavat myös istukkaventtiileillä sen, että venttiiliä ei välttämättä tarvitse irrottaa putkistosta, vaan sen voi huoltaa kiinnitettyinä. Istukka on kiinnitetty karaan, joten kara on tiivistettävä. Yleisin malli on poksitiiviste venttiilin kannessa. (1, II:6)



Kuva 2. Istukkaventtiili, jonka tiivistyssuunta on 45 astetta

Istukkaventtiilin piirteitä

- + Laaja valikoima lämpötilan ja paineen suhteen
- + Korkeiden paine-erojen hallittavuus
- + Soveltuu säätö- ja sulkuventtiiliksi
- + Soveltuu höyrylle, lauhteelle, öljylle, kemikaaleille, paineilmalle, vedelle, merivedelle ja kaasuille
- Suuri virtausvastus
- Epäpuhtaudet voivat vahingoittaa tiivistepintoja venttiiliä suljettaessa

3.3 Palloventtiili

Palloventtiiliä käytetään sulkuventtiilinä. Palloventtiili voitaisiin kategorisoida neljännekiertoventtiiliksi, koska venttiilin kahvaa käännetään vain 90 astetta. Palloventtiili ei avattuna juurikaan luo virtausvastusta putkistoon.

3.3.1 Rakenne

Palloventtiilin sulkuelin on kiertyvä. Tämä tarkoittaa, että pesä on kooltaan sulkuelimen kokoinen. Pallossa on aukko, joka vastaa putken pinta-alaa. Virtaus kulkee pallossa olevan aukon läpi, kun venttiili on avattuna. Venttiili tiivistyy pallon ympärillä olevalla tiivistyspinnalla. Suljettaessa venttiiliä pallo painautuu tiivistettä vasten sulku-
elin virtauksen venttiilin läpi. Venttiilin liittämistapoja on monia, joista yleisimmät ovat kierreliitännäiset, hitsattavat tai laipalliset venttiilit. Vaikka yleensä pallon virtausaukko on putkiston pinta-alan kokoinen, on mahdollista myös supistaa pallon virtausaukon kokoa (1, II:10-11)

3.3.2 Venttiilin osat

Palloventtiilissä sulkuelin on nimensä mukaan pallon muotoinen. Koska venttiili ei auki-asennossa aiheuta virtausvastusta, se voidaan asentaa putkistoon kummin päin tahansa. Koska pallo on jatkuvasti kosketuksissa tiivisteen kanssa, eivät epäpuhtaudet pääse sulkuelimen ja tiivisteen väliin. Venttiilin ollessa auki-asennossa ovat pallon tiivistyspinnat suojassa tiivistettä vasten eikä virtaus pääse vaurioittamaan pallon ulkopintaa. (1, II:11-12)

Tiivistemateriaaleista yleisin on varmasti teflon. Se on reagoimaton muovi ja sillä on korkea sulamispiste, joten se sopii mainiosti useille eri materiaaleille sekä korkeille lämpötiloille. Pallon symmetrisyyden vuoksi venttiilin tiiveys ei kärsi lämpöjännityksestä tai putkistonvoimista aiheutuvista muutoksista. (1, II:11-12)

3.3.3 Muut osat

Palloventtiilillä on useita eri kuorimahdollisuuksia. Yleinen muoto on että pesä jakautuu kahteen täysin symmetriseen puoliskoon. Tällaisessa versiossa sulkuelin ja venttiilin varsi ovat samaa kappaletta. Jotkin palloventtiilit koostuvat kannesta ja pesästä luisti- ja istukkaventtiilin tavoin. Tämänkaltaista sovellusta käytetään korkeissa paineissa kuten myös täysin hitsattua tai umpinaista palloventtiiliä.

Pallon varsi on tiivistetty O-renkaalla tai kiristettävällä akselitiivisteellä. Koska palloventtiiliä ei tarvitse kääntää kuin 90 astetta, ei akselitiiviste pääse rasittumaan samalla tavalla kuin istukka- ja luistiventtiileissä. (1, II:12)

Palloventtiilin piirteitä

- + Pieni virtausvastus
- + Pieni koko, lyhyt asennuspituus
- + Soveltuu säätö- ja sulkuventtiiliksi
- + Hyvä tiiveys kaikilla myös epäpuhtailla aineilla
- + Laaja lämpötila-, koko- ja painealue
- + Nopeatoiminen
- + Soveltuu usealle väliaineelle
- Valmistus vaativaa
- Suurissa paineluokissa paineiskun vaara (1, II:13)

3.4 Läppäventtiili

Läppäventtiiliä käytetään paljon sulkuventtiilinä sekä säätöventtiilinä. Läppäventtiili ei auki ollessaan avaa virtausaukkoa kokonaan, vaan virtausaukossa oleva läppä jättää poikkipintansa kokoisen alueen virtausaukkoon.

3.4.1 Rakenne

Venttiilin sulkuelimenä toimii läppä, joka on poikkileikkaukseltaan putkiston kokoinen. Läppäventtiileissä tiiviste voidaan sijoittaa läppään tai venttiilin pesään. Tiivistemateriaalina toimii yleisimmin kumi tai teflon. Vaativiin olosuhteisiin tai korkeisiin lämpötiloihin tiivistemateriaalina voidaan käyttää myös metallia, jolla saavutetaan hyvä ja kestävä tiiveys. Pelkästään säätöön tarkoitettu läppäventtiili voi olla myös kokonaan ilman tiivistettä. (1, II:14)

Läppäventtiilin käytössä on huomioitava venttiilin väliasento. Venttiilin ollessa väliasennossa virtaava väliaine muodostaa momentin sulkuelimeen. Momentti pyrkii sulkemaan venttiilin, joten sulkuventtiilikäytössä on tärkeää huomioida, että venttiili

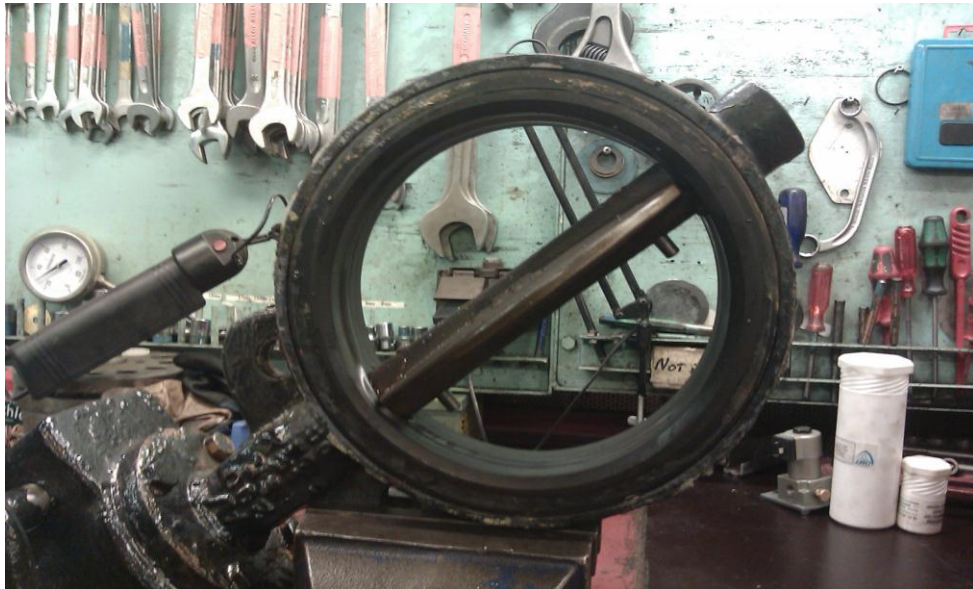
avataan täysin auki, jotta sulkeva momentti ei olisi niin suuri. Lämpäventtiili asennetaan yleensä putkistoon laipallisena tai laippojen väliin asennettavana. (1, II:14-15)

3.4.2 Venttiilin osat

Venttiilin sulkuelimenä toimii läppä. Venttiilin ollessa auki läppä on venttiilin pesässä virtaussuunnan mukaisesti. Suljettuna läppä on kokonaan tai lähes kokonaan poikittain putkistoon nähden. Venttiilin ollessa auki läppään kohdistuva virtausvastus on pieni. Lämpän reunoja on yleensä muotoiltu sellaisiksi, että virtausvastusta saadaan pienennettyä, jolloin sulkeva momentti ei pääse kasvamaan suureksi. Lämpäventtiilillä on hyvä tiiveys puhtailla aineilla sekä myös epäpuhtailla aineilla. Kumitiiviste on melko anteksi antava, jos tiivistepinnan väliin joutuu jokin pieni epäpuhtaus. (1, II:15)

3.4.3 Muut osat

Tiivisteinä on useasti käytetty kumia, jolla vuorataan venttiilin pesä. Koska pesän muoto on varsin yksinkertainen, voidaan läppäventtiiliä käyttää korkeassakin paineessa. (1, II:15-16)



Kuva 3. Kumitiivisteinen läppäventtiili

Lämpäventtiilin piirteitä

- + Hyvä tiiveys
- + Nopea toiminen (1/4 kierto)
- + Kevytrakenteinen, lyhyt asennuspituus
- + Laaja koko- ja lämpötila-alue
- + Soveltuu sulku- ja säätöventtiiliksi
- + Soveltuu öljylle, paineilmalle, vedelle, merivedelle
- Ei sovellu suurille paineille
- Sulkuelin virtausaukossa (1, II:16)

3.5 Takaiskuventtiili

Takaiskuventtiileillä pyritään estämään väliaineen virtausta takaisin tulosuuntaan. Aikaisemmista venttiileistä poiketen takaiskuventtiili ei tarvitse ulkoista energiaa toimakseen, vaan itse väliaine toimii takaiskuventtiilin ohjaajana.

3.5.1 Rakenne

Yleisimmät takaiskuventtiilit ovat toimintatavaltaan aksiaalisesti tai vertikaalisti toimivia venttiileitä. Aksiaalitoiminen takaiskuventtiili muistuttaa rakenteeltaan hyvin paljon istukkaventtiiliä, jossa väliaine tekee S-mutkan venttiilin läpi. Istukkaventtiilistä poiketen virtaava väliaine vaikuttaa sulkuelimen toimintaan käännettävän käsipyörän sijaan. Sulkuelimen palautuminen takaisin vastinpintaan on usein toteutettu jousen avulla. Virtaussuunnan kääntyessä jousi painaa istukan kiinni takaisin pesän tiivistyspintaan. On myös olemassa takaiskuventtiileitä, jotka toimivat ilman joustaa ja väliaineen oma paine painaa istukkaa takaisin vastinpintaan. (1, II:16-17)

Takaiskuventtiili voi toimia myös vertikaalisti, jolloin istukan palautus on varmistettu jousen avulla. Tämän mallinen takaiskuventtiili on usein asennettavissa putkessa olevien laippojen väliin, jolloin venttiili on rakenteeltaan melko kevyt. Hyvin yleisessä käytössä on myös läppätakaiskuventtiili, jonka sulkuelin on akseloitu sulkuläpän yh-

deltä sivulta. Venttiili asennetaan putkistoon akseli ylöspäin, joten painovoima palauttaa läpän kiinni-asentoon. (1, II:16-17)



Kuva 4. Jousitoiminen takaiskuventtiili



Kuva 5. Jousta paikallaan pitävä levy on kiinnitetty ruuveilla venttiilin taakse. Väliaineenvirtaus voittaa jousen voiman ja keskellä oleva virtausaukko avautuu



Kuva 6. Aksiaalitoiminen takaiskuventtiili



Kuva 7. Venttiilin ulostuloaukko. Sulkuelin pääsee vapaasti liikkumaan virtausaukossa. Väliaine nostaa istukan ylös ja pääsee virtaamaan venttiilin läpi. Virtaussuunnan vaihtuessa venttiili sulkeutuu.

Takaiskuventtiilin piirteitä

- + Omatoiminen venttiili
- + Soveltuu useille väliaineille
- + Pieni koko
- Vuodot ongelmallisia putkistossa

3.6 Varoventtiili

Varoventtiilin tehtävänä on suojata paineenalaista laitetta ylipaineelta, joka voi vahingoittaa laitetta, sen toimintaa tai yksittäisiä osia. Paineen ylittäessä varoventtiilin aukeamispaineen varoventtiili avautuu ja puhalttaa putkistosta ulos väliainetta, kunnes paine on laskeutunut normaalille tasolle. Varoventtiili on passiivinen laite eikä sitä ohjaa mikään ulkoinen voimanlähde. Varoventtiilit voidaan jakaa seuraavanlaisiin ryhmiin: murtokalvot, apuohjatut venttiilit, painokuormitteiset ja jousikuormitteiset varoventtiilit. Jousikuormitteisissa varoventtiileissä on yleensä jousikupu, joka estää ylimääräisten roskien joutumisen jousipesään. Puhallettaessa venttiilin karaa pitkin voi vuotaa väliainetta, joten jousikupu suojaa käyttäjiä ja tältä vuodolta. Tässä työssä käsitellään jousikuormitteisiä varoventtiileitä, koska ne ovat laivakäytössä varsin yleisiä. Varoventtiileitä käytetään poikkeuksetta kaikissa painelaitteissa. Tällaisia järjestelmiä ovat muun muassa höyrykattilat, hydroforit ja putki- ja levylämminvaihtimet. (3, III:12-13) (7:9-10) (8:5)

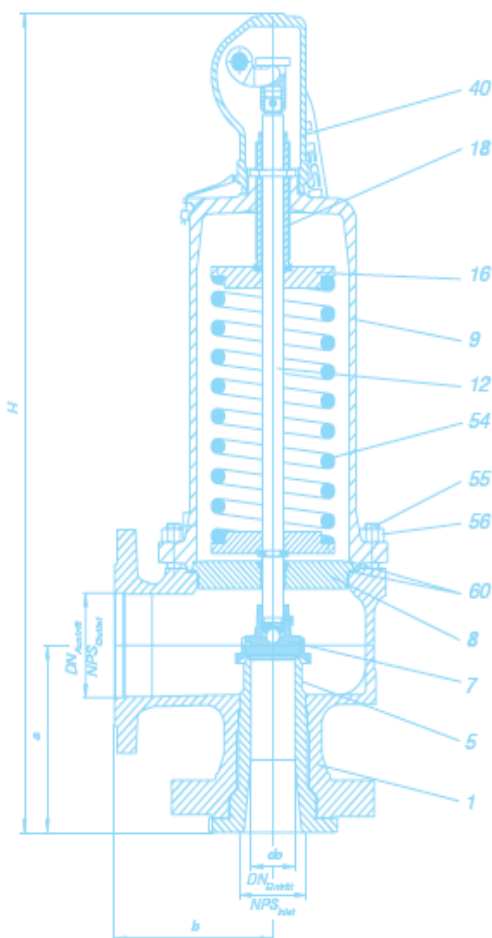
3.6.1 Venttiilin avautuminen ja sulkeutuminen

Jousikuormitteiset varoventtiilit voidaan jakaa edelleen neljään ryhmään avautumistansa mukaan. Nopeatoimiset venttiilit tarvitsevat noin 5 %:n paineen nousun avautuakseen täysin auki. Hitaat venttiilit tarvitsevat suuremman paineen nousun. Ylivirtausventtiileillä nesteen virtausmäärä on sitä suurempi mitä enemmän auki venttiili on. Ylipainesuojaventtiilit avautuvat lyhytaikaisesti aina, kun avautumispaine ylitetään. (1, VIII: 2)

Venttiilin ollessa kiinni vaikuttaa sulkuelimeen alaspäin painava jousivoima sekä ylöspäin kohdistuva väliaineen painevoima. Paineen noustessa painevoima voittaa alaspäin painavan jousivoiman ja venttiili avautuu poistaen väliainetta järjestelmästä.

Tarvittava avautumisaine riippuu paljon jousen joustokertoimesta, joka painaa sulkuelintä alaspäin. Avautumisaineella ei ole mitään tekemistä väliaineen kanssa, joka voi olla mitä vain. Ainoastaan kaasun tai nesteen paineen nousu vaikuttaa venttiilin toimintaan. Joidenkin varoventtiilien avautumisainetta on mahdollista muuttaa säätöruuvien avulla. Ruuvia kiristämällä lisätään jousen alaspäin painavaa voimaa ja löysäämällä kevennetään jousivoimaa. (1, VIII: 1-3)

Varoventtiili sulkeutuu, kun virtaavan väliaineen paine laskee ja jousivoima voittaa väliaineen paineen. Venttiili sulkeutuu eikä ulospuhalla väliainetta pois järjestelmästä. Ulospuhallusputki pitää sijoittaa puhaltamaan vaarattomaan suuntaan, sillä usein paineet voivat olla korkeat ja ulospuhallus voi aiheuttaa henkilö- tai materiaalivahinkoja. Etenkin höyryvaroventtiileiden kanssa on oltava varovainen paineen noustessa korkealle. (1, VIII: 1-3)



Kuva 8. Varoventtiilin rakenne (9:2)

40 nostoyksikkö	56 kuusiomutteri
18 säätöruuvi	60 runkotiiviste
16 jousilevy	8 ohjainlevy
9 karakupu	7 lautanen
12 kara	5 suutin
55 jousi	1 pesä
55 vaarnaruuvi	

Varoventtiilin piirteitä

+ Soveltuu usealle väliaineelle

- Huolto vaatii tuotannon pysäyttämistä

4 Venttiilin kuluminen

4.1 Eroosio

Suurin venttiiliä kuluttava tekijä on eroosio. Virtaava väliaine kuluttaa vähitellen venttiilin sulkuelimen materiaalia, jolloin venttiili ei enää toimi kunnolla. Esimerkiksi sulkuventtiilit eivät ole enää täysin tiiviitä ja putkistossa liikkuva neste pääsee vuotamaan venttiilistä sellaisiin putkiston osiin, johon virtausta ei toivota. (1, III:8)

Eroosio kasvaa suuremmaksi, mitä lähempänä venttiili on kiinni-asentoa. Virtaus kasvaa, kun venttiiliä suljetaan tai kuristetaan. Tämä voimistuva virtaus on kuluttavaa ajan mittaan. Huonosti suljetulla venttiilillä eroosio on kaikkein voimakkainta. Jos sulkuvoima on jätetty liian kevyeksi, pääsee väliaine vuotamaan tiivistepintojen välissä suurella virtausnopeudella paine-eron takia. Suuri virtausnopeus kuluttaa venttiilin tiivistepintoja ja ajan mittaan tiivistepintaan alkaa muodostua eroosion aiheuttamia kuoppia ja railoja. Tiivistepintaan muodostuviin kuoppiin syntyy venttiilin vuotaessa pyörteitä, mikä kuluttaa tiivistepintaa entisestään. Kavitaatio on hyvin yleinen eroosion muoto, kun putkistossa väliaineena on neste. Kavitaatio syntyy, kun nesteen paine alittaa höyrystymispaineen. Tällöin neste pääsee kiehumaan paineen laskun takia ja

hajoavat höyrykuplat aiheuttavat eroosiota. Kavitaatiota esiintyy erityisesti silloin, kun venttiiliä kuristetaan tai virtausnopeus kasvaa suureksi. (1, III:8-9)

Väliaineen epäpuhtaudet ja irtonaiset aineet aiheuttavat monesti voimakasta eroosiota. Jäteöljyn seassa on koneista irronneita pieniä metallipartikkeleita, jotka kuluttavat venttiilin tiivistepintoja. Kulunut venttiili joko uusitaan tai mahdollisuuksien mukaan kunnostetaan. Tällainen järjestely on hyvä vaihtoehto, jos ei haluta pinnoittaa sulkuelimiä eroosion vähentämiseksi. (1, III:8-9)

4.2 Väliaineen kemialliset vaikutukset

Korroosio on puolestaan voimakkain kemiallisen reaktion aiheuttama kuluttava tekijä. Korroosiota esiintyy sekä kemiallisena että sähkökemiallisena korroosiona. Sähkökemiallinen korroosio johtuu siitä, että metalleilla on sähköinen potentiaali. Sähköä johtava liuos aktivoi sähkökemiallisen parin, jossa epäjalompi metalli syöpyy. Erityisesti merivesiputkistoissa suolavesi aiheuttaa sähkökemiallista korroosiota. Merivesiputkistoissa käytetään useasti läppäventtiileitä, joiden pesä on vuorattu kumilla. Näin estetään suolaveden aiheuttamaa korroosiota metalleille. (1, III:9)

Metallit suojatuvat korroosiota vastaan muodostamalla passiivisen suojakalvon. Tämän suojakalvon muodostavat metallien aiheuttavat syöpymistuotteet. Suojakalvon rikkoutuessa pääsee eroosio vaikuttamaan suoraan puhtaaseen metalliin syövyttävästi. Väliaineen lämpötila ja väkevyys voivat liuottavat suojakalvoa. Väliaineen lämpötilan noustessa väliaine liuottaa suojakalvoa paljon tehokkaammin kuin alemmassa lämpötilassa. (1, III:10)

Erilaisilla pinnoitteilla pyritään ehkäisemään väliaineen muodostamaa korroosiota. Pinnoite hidastaa korroosion muodostumista ja pidentää venttiilin ja putkiston käyttöastetta. Putkistossa vallitseva paine, väliaineen lämpötila ja ominaisuudet luovat pinnoitteille suuria vaatimuksia ja pinnoitetta valittaessa tulee nämä seikat ottaa tarkasti huomioon, jotta saataisiin mahdollisimman pitkä suoja korroosiota vastaan. (1, III:9-11)

4.3 Lämpötilan vaikutukset

Putkistossa kulkevan väliaineen lämpötila luo muutamia vaatimuksia venttiileiden käyttöön, ja vääränlaiset venttiilivalinnat voivat johtaa venttiilin vaurioitumiseen. Hyvä esimerkki on, että kumi ei siedä kovinkaan korkeaa lämpötilaa. Sen johdosta kumi-tiivisteisiä läppäventtiileitä ei voi käyttää putkistoissa, joissa väliaineen lämpötila on korkea. (1, III:6)

Metalliset venttiilin osat eivät ole lämpövaihtelulle kovinkaan arkoja. Messinkisiä tai pronssisia venttiileitä ei tulisi sijoittaa höyrylinjaan. Venttiileistä irtoava kupari on suuri rasite höyrykattiloille. Höyrylinjoissa myös venttiilin laippatiivisteet ovat usein grafiittia kuten myös höyryventtiilin poksintiviste. Höyrykattiloihin syötettävät kemikaalit voivat haurastuttaa venttiilin sulkuelimiä, ja kauan käytetty höyryventtiili on usein kunnostamattomassa kunnossa tiivistepintojen syövyttyä pahasti. (1, III:6-7)

4.4 Paine

Putkisto mitoitetaan jollekin käyttöpaineelle ja venttiilit valitaan putkistossa vallitsevan paineen mukaan. Jokaiselle venttiilille on standardisoitu nimellispaineet. Tapana on valita paineluokkaa suuremmat putkiston varusteet, jotta venttiilit varmasti kestävät putkiston paineen luomat rasitukset venttiilikoneistossa. Liian pienen paineluokan venttiili hajoaa varmasti, koska venttiilikoneisto ei kestä paineen aiheuttamaa rasitusta. Etenkin venttiilin sulkeminen aiheuttaa paineiskun, koska venttiilillä pyritään pysyttämään liikkuvaa neste- tai kaasumassaa. Nopeasti sulkeutuvissa venttiileissä tämänkaltainen paineisku voi vaurioittaa venttiilin koneistoa. Vaurioitumisriskin minimoimiseksi venttiili tulisi sulkea hitaasti. Tämä koskee etenkin pallo- ja läppäventtiileitä, jotka sulkeutuvat neljänneskierrolla. (1, III:4-5)

5 Huolto

5.1 Yleistä huollosta

Vaikka yleensä laivoilla on käytössä huoltosuunnitelma, putkistoveniilit huolletaan lähinnä silloin, kun huomataan niiden vuotavan tai olevan muuten viallisia. Enna-

koivaa huoltoa on vaikea suorittaa, koska venttiilin kunto voi laskea hyvinkin nopeasti ja vika huomataan vasta siinä vaiheessa, kun venttiili on jo vaurioitunut.

Jos putkistoon tehdään muutoksia tai korjauksia, kannattaa siihen putkiston osaan kuuluvien venttiileiden kunto tarkastaa ja suorittaa tarvittavia huoltotoimenpiteitä vioittuneille venttiileille. Paras tapa huollon suorittamiseksi on poistaa vioittunut venttiili putkistosta ja asentaa uusi tai huollettu venttiili tilalle. Näin seisokkiaika on lyhyt ja vioittuneen venttiilin voi rauhassa huoltaa työpajalla. Kustannukset nousevat, kun koko- ja paineluokka kasvavat. Pienet venttiilit, joilla on pieni paineluokka, ovat halpoja, ja yleensä ne huolletaan itse laivan verstaalla. Suuremmat venttiilit kannattaa huollattaa seisokin aikana eli telakoinnin yhteydessä. Näin saadaan useita venttiileitä liitetyksi samaan huoltoon. Suuret venttiilit huolletaan normaalisti suoraan kohteessa, koska venttiilin siirtely edestakaisin lisää kustannuksia.

Venttiileille suoritettavat huoltotoimenpiteet ovat normaalisti hyvin yksinkertaisia ja tarvittavia työkaluja ei ole paljon. Muutamat hiomatyökalut on helppo valmistaa itse sorvaamalla esimerkiksi metallitangosta sopivan kokoinen hiomatyökalu. Hiontaan käytetään hiomatyökalun ohella hiomatahnaa. Joidenkin venttiilien sulkuelimien tiivistyspinnat voidaan sorvata tasaiseksi, mikä nopeuttaa huoltoa eikä tiivistyspintaa tarvitse hioa ollenkaan. Hionnan tarkoituksen on kuluttaa tiivistyspintaa sen verran, että kuopat ja säröt saadaan pois ja venttiilin tiiveys paranee. Hiomatyökalun tulisi olla kovempaa materiaalia kuin hiottava pinta. Jos hiottava pinta on kovempaa, kuluu työkalu enemmän kuin itse työkohde. Tämä pitkittää tiivistepinnan hiontaa eikä lopputulos ole välttämättä tarpeeksi hyvä. Yhtä kovia materiaaleja käytettäessä kuluvat työkalu sekä hiottava pinta yhtä paljon. Lopputulos on varmasti parempi kuin edellä mainitussa, mutta työhön kuluu enemmän aikaa kuin silloin, kun työkalu on kovempaa materiaalia. (5:87-89) (6: 237-240)

Hiontaan voi käyttää myös erityyppisiä hiomakankaita. Hiomakangas toimii hiekkapaperin tapaan ja sopii erityisesti tiivistepinnan viimeistelyyn. Erilaiset mineraali- ja timanttihiomakankaat ovat tehokkaita etenkin venttiilin seetin hiomiseen. Hiomakankaan voi kiinnittää hiomatyökaluun ja seetin voi koneellisesti hioa esimerkiksi nopeussäädettävällä porakoneella. Hiomakankaat ja hiomatahnat jaetaan karkeusluokkiin. Luokat ovat karkea, keskikarkea, hieno ja erittäin hieno. Karkeaa ja keskikarkeaa käytetään, kun hiomajälki saa olla karkea ja halutaan suuri hiomateho. Hienoa ja erittäin

hienoa käytetään hionnan viimeistelyyn, ja näillä karkeusluokilla saavutetaan hyvä pinnanlaatu. (5:96-97)

Laippakiinnitteisillä venttiileillä laippatiivisteet löytyvät kokoluokkien perusteella yleensä hyllystä valmiina. Välillä voi eteen sattua erikoisemman kokoinen laippa, jolle ei tiivistettä valmiiksi löydy. Tällaisissa tilanteissa tasotiiviste valmistetaan itse tasotiivistelevystä. Yleensä laivoilla on kumisia, pahvisia ja grafiittisia tasotiivistelevyjä eri materiaaleille ja tasotiivisteet voidaan tehdä itse.

5.2 Karan tiivistys

Kara viedään yleensä venttiilin kannen läpi tiivistepesässä, johon on asennettu tiivistemateriaali. Jos venttiilin karan tiiviste on vaurioitunut, pitää sekin vaihtaa uuteen, jotta väliaine ei pääse purkautumaan karaa pitkin pois järjestelmästä. Yleisin karantiivistysmateriaali on punostiiviste. Se leikataan karan ympäröimän pituiseksi ja asennetaan karan ympärille. Normaalisti punosnauhaa asennetaan 2-5 kerrosta tiivistepesään. Uutta punosnauhaa asennettaessa se tulisi kääntää eri asentoon kuin edellinen, jotta nauhojen saumat eivät ole samassa kohdassa. Yleensä nauhaa käännetään 90 astetta edelliseen nauhaan verrattuna. Tämä ehkäisee väliaineen vuotamisen punosnauhojen saumoista. Kun punosnauhoja on asennettu tarpeeksi karan ympärille, kiristetään nauhat tiiviiksi kiristysmutterin tai –holkin avulla. Liikaa kiristetty poksi jäykistää venttiilin käyttöä. Poksia voi kiristää käytön aikana lisää, kun punosnauhan tiiveys heikkenee. Punosnauhan materiaaleina käytetään paljon synteettisiä kuituja, kuten teflonia ja kevlaria, tai grafiitti- ja lasikuituja. Grafiittipunosnauha on hyvä valinta höyrylle ja öljylle. Teflon on hyvä yleistiiviste vedelle ja ilmalle. (3, III:8-9)

Venttiilin karan voi tiivistää myös rengastiivisteillä. Tämä tulee kyseeseen, kun venttiilin koko kasvaa ja punosnauhan laittaminen ei ole järkevää, koska sitä kuluu paljon. Myös pienissä venttiileissä käytetään rengastiivisteitä. Muun muassa pienissä palloventtiileissä kara on tiivistetty teflonrenkailla asentamalla useita renkaita tiivistepesään. Myös kumia voi käyttää karan tiivistämiseen. Kara sujutetaan tiiviin kumitulpan läpi, joka tiivistää kannen läpikulkevan karan. Punosköyttä sekä rengastiivisteitä yleensä on laivan varastosta ja kuluneet on helppo vaihtaa uusiin.



Kuva 9. Grafiitti- ja teflonpunosta (12)

5.3 Luistiventiilin huolto

Luistiventiili on paljon käytetty sulkuventtiili. Luistiventiili sopii usealle eri väliaineelle ja sillä saavutetaan hyvä tiiveys. Luistiventiilissä ei ole useaa huoltoa vaativaa osaa, joten huolto on varsin yksinkertainen suorittaa. Venttiilin kansi on kiinni ruuvi-liitoksella venttiilin pesässä. Kansi voidaan nostaa pois, kun liitos on avattu. Luisti saattaa olla tiukasti kiinni venttiilin pesässä ja suurissa kokoluokissa luisti saattaa painaa paljon, joten nostotyökaluja voi käyttää purkamisen helpottamiseksi. Luistin poiston jälkeen jäljelle jää vain venttiilin pesä, jossa ovat pesän tiivistepinnat.

5.3.1 Pesän tiivisteiden hionta

Pesän tiivistepintojen hiomiseen käytetään hiomatyökalua. Sen voi valmistaa esimerkiksi suurikokoisesta laipasta, johon kiinnitetään hitsaamalla pienet kahvat, joiden avulla laippaa voi käsitellä. Hiominen tapahtuu samalla tavalla kuin istukkaventtiilin pesän vastinpinnan hionta. Hiomatyökalun ja tiivistepinnan väliin sivellään karkeaa hiomatahnaa ja työkalua pyöritellään tiivistepintaa vasten. Työkalun asentoa kannattaa muuttaa tasaisin väliajoin ja pyyhkiä pois käytetty tahna työkalusta ja tiivistepinnasta ja vaihtaa se uuteen. Muutaman hionnan jälkeen siirrytään hienompaan hiomatahnaan ja työ toistetaan, kunnes tiivistepinta näyttää ja tuntuu tasaiselta



Kuva 9. Luistiventtiilin pesä

5.3.2 Luistin hionta

Luistiventtiilin liikkuvan sulkuelimen eli luistin hiotaan hiomatasolla. Kokonsa vuoksi luistia ei voi asentaa sorviin, jossa tiivistepinnat voisi sorvata tasaiseksi. Hiomatason ja luistin väliin laitetaan hiomatahnaa ja luistia pyöritellään hiomatasoa vasten. Hionta suoritetaan useaan otteeseen ja luistin molemmat tiivistepinnat tulee hioa tasaisiksi. Hionnan jälkeen voi venttiilin pesän poksien tiivisteiden vaihtaa tarpeen vaatiessa.



Kuva 10. Hiottu luisti



Kuva 11. Kumiluisti. Venttiilin kansi on ruuviliitoksella kiinni venttiilinrungossa. Kannen tiivisteenä on käytetty paksua kumia. Luisti on kuminen ja täysin vaihdettavissa



Kuva 12. Karan tiivisteenä on käytetty kumirengasta



Kuva13. Luisti on kiinnitetty karaan yksinkertaisesti kierteen avulla

Venttiiliin on saatavilla varaosia. Usein on hyvä pitää luistiventtiilin luisteja varastossa odottamassa. Jos luisti vahingoittuu kunnostamattomaan kuntoon eikä varaluistia ole saatavilla, ei kyseistä putkistoa voi käyttää. Varaosien saanti voi olla kallista ja toimitus voi kestää useita viikkoja. Tämän kaltaiseen venttiiliin luistin vaihto on helppoa.

5.3.3 Koeponnistus

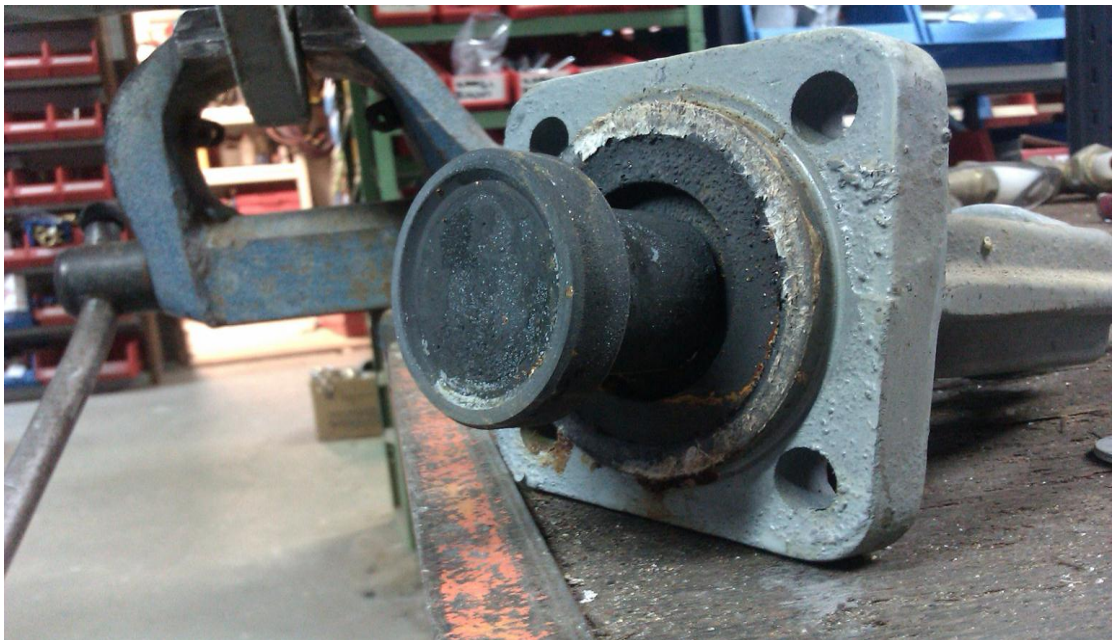
Pienemmillä luistiventtiileillä koeponnistuksen voi suorittaa samoin keinoin kuin istukkaventtiilillä. Suurempiin kokoluokkiin mentäessä on vaikeampi asentaa tarpeeksi isoa laippaa, jotta paineilmaa voidaan lisätä venttiiliin. Suurilla venttiileillä koeistuksen voi suorittaa kääntämällä venttiilin poikittain eli venttiilin virtaussuunta on vertikaalisti. Venttiili suljetaan ja luistin päälle kaadetaan vettä. Jos venttiili vuotaa, valuu vesi pois tiivistepintojen välistä. Tässä tilanteessa voi venttiilin sulkuvoimaa lisätä ja tarkastaa mahdollinen vuoto uudelleen. Jos venttiili vuotaa, tulee tiivistepinnat sekä luistista että pesästä hioa uudelleen.

5.4 Istukkaventtiilin huolto

Istukkaventtiili on paljon käytetty venttiilityyppi putkistojärjestelmässä. Istukkaventtiiliä käytetään paljon höyrylinjoissa, ja venttiilin tiivistyspinnat pääsevät kulumaan melko helposti korkean lämpötilan ja höyryn sisältämien kemikaalien ansiosta.

Istukkaventtiili on helppo huollettava. Venttiilin rakenne on yksinkertainen eikä tiivistyspintojen hiontaan tarvita erikoisia työkaluja. Venttiili voidaan huoltaa irrottamatta sitä putkistosta, jos virtaus putkistossa saadaan pysäytettyä toisen venttiilin avulla. Venttiilin käsittelyn kannalta on helpompaa irrottaa venttiili putkistosta ja suorittaa huolto konepajalla.

Huolto aloitetaan poistamalla venttiilin kansi. Kansi on yleisesti kiinnitetty venttiilin pesään joko ruuviliitoksen tai kierteen avulla. Avaamalla ruuviliitoksen venttiilin kansi saadaan nostettua pois. Kannen läpi menevä kara nousee kannen kanssa pois ja jäljelle jää vain venttiilin pesä. Karan päässä on kiinnitetty venttiilin sulkuelin sekla, joka on kiinnitetty usein lukitusmutterilla ja lukittavalla levyllä, joka estää seklan löystymisen ja irtoamisen karasta.



Kuva 14. Istukka ja kansi



Kuva 15. Istukkaventtiilin pesä

5.4.1 Seklan hionta

Seklan voi hioa monella eri tavalla. Yksinkertaisin keino on kiinnittää sekla sorviin, jonka avulla tiivistyspinta voidaan sorvata tasaiseksi. Tiivistyspinnasta tulee tasainen eikä se yleensä tarvitse minkäänlaista jatkohuoltoa. Jos käytävissä ei ole sorvia, voi hionnan suorittaa hiomatasolla hiomatahnan kanssa. Hiomatasoja on useita eri kokoja. Hiomatasoa käytettäessä on tärkeää käyttää hiomatason koko pinta-ala, jotta hiomataso kuluisi tasaisesti koko alaltaan. Käytettäessä vain yhtä osaa hiomatasosta tason pinnasta tulee epätasainen ja näin ollen hionnan lopputulos heikkenee.

Joissakin tapauksissa venttiilin seklan pää on muotoiltu pyöreäksi. Muotoilun tarkoituksena on vaikuttaa venttiilin läpi kulkevan aineen virtaukseen. Muotoiltua seklaa ei voi hioa tason avulla, koska koko tiivistepintaa ei saada tasoon kiinni yhtäaikaaisesti. Jos sorvia ei voida käyttää, täytyy muotoiltu sekla hioa muilla keinoin. Hiomatyökalun voi tehdä mistä tahansa. Työkaluna voisi käyttää muun muassa tarpeeksi isoa pult-

tia. Pultin kantaan porataan muotoillun pään kokoinen kolo ja näin saadaan muotoiltu osa upotettua pulttiin, jolloin tiivistepinta on kosketuksissa pultin kantaan. Pultin kantaan sivellään hiomatahnaa ja seklaa pyöritellään pultin kantaan vasten, jolloin saadaan tiivistepinta hiottua.



Kuva 16. Seklan hiontaan käytetty pultti



Kuva 17. Kunnostamaton sekla



Kuva 18. Kunnostettu sekla. Hiontaan on käytetty yllä olevaa pulttia

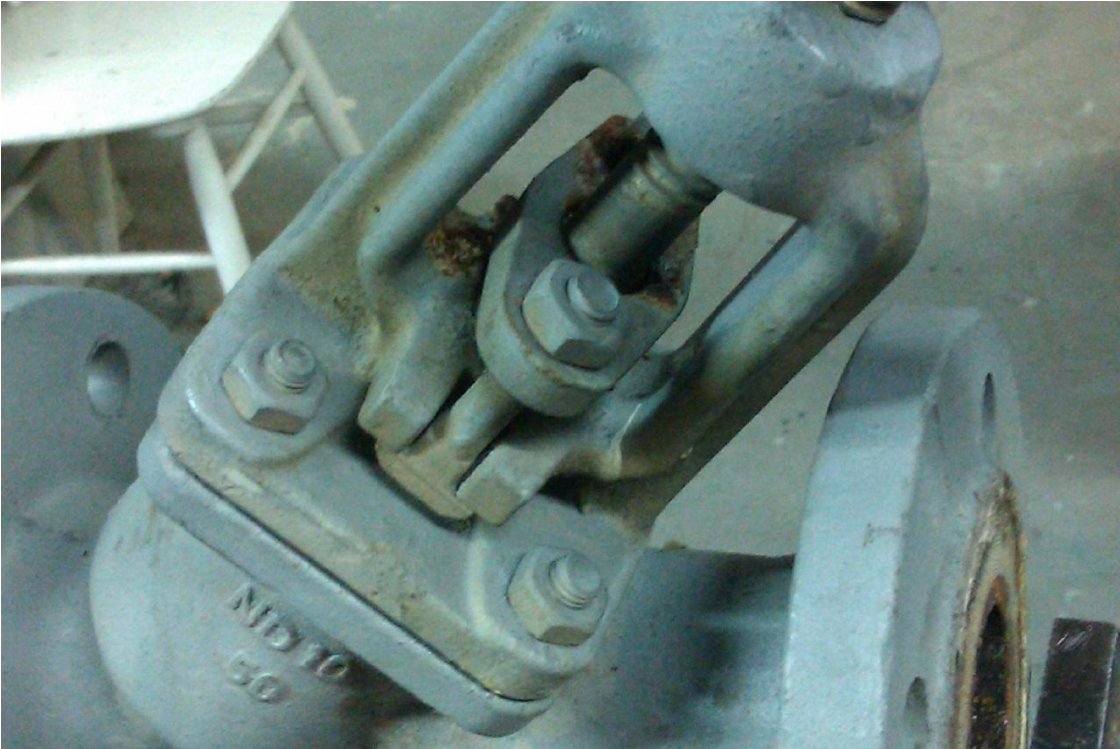
5.4.2 Seetin hionta

Venttiilin pesän tiivistepinta, seeti, hiotaan käyttämällä työkalua. Sorvin käyttäminen on liian vaivalloista, koska venttiiliä varten pitäisi sorviin kiinnittää nelipakka, jotta venttiili saataisiin keskitettyä. Yksinkertaisin tapa hioa vastinpinta on käyttää pesään mahtuvaa hiomatyökalua, joka voidaan valmistaa mistä vain, mikä mahtuu venttiilin pesään. Yleensä työkalu on valmistettu metallitangosta tai vanhoista koneen osista, esimerkiksi apukoneen ruiskutusventtiilistä. Tarkoituksena on pyöritellä työkalua pesän vastinpintaa vasten käyttäen hiomatahnaa apuna. Jos vastinpinta on pahasti kulu-
nut, voi huollon aloittaa hammastetulla rouhintatyökalulla, jos sellainen löytyy. Hammastetulla työkalulla saadaan suurimmat kuopat rouhittua pois vastinpinnasta ja sen jälkeen voi siirtyä karkeisiin hiomatahnoihin. Hiomatahnoja on eri karkeusluokkia. Paras lopputulos saavutetaan aloittamalla karkeasta tahnasta ja siirtymällä hienompaan tahnaan. Hiomakertoja on useampi, jotta tiivistepinta saadaan tasaiseksi. Karkealla tahnalla on hyvä hioa useampi kerta ja hienoimmilla tahnoilla viimeistellään pinnan tasaisuus. Työkalu on välillä hyvä nostaa ylös tiivistepinnasta ja puhdistaa se ja vastinpinta hiomatahnasta. Uusimalla aika ajoin hiomatahnaa ja työkalun asentoa saavutetaan tasainen ja hyvä lopputulos.



Kuva 19. Metallitangosta valmistettu seetin hiomatyökalu

Kun tiivistepinnat on hiottu, voidaan venttiili kasata. Karaa ja kantta asennettaessa on tärkeää pyörittää kara ylös-asentoon, jotta tiivistepinnat eivät kosketa toisiaan, kun kansi kiinnitetään venttiilin pesään. Jos kara on alhaalla, ei kansi välttämättä kiristy tarpeeksi. Tällöin tiivistepinnat ovat kosketuksissa toisiinsa, eikä venttiilin sulkumomenttia saada enää lisättyä ja venttiilin tiiveys kärsii. Kun kansi on asennettu paikoilleen, voi vielä tarkastaa karan tiivisteen eli venttiilin poksia. Poksia saa auki avaamalla poksia kiristävän mutterin. Vanha tiivistemateriaali poistetaan poksista ja asennetaan uusi poksintivistet paikoilleen. Tämän jälkeen kiristysmutterin avulla venttiilin poksia kiristetään ja poksia tiivistyy. Liian tiukkaan kiristetty poksia vaikeuttaa venttiilin karan käsittelyä, eli venttiiliä on vaikea sulkea tai avata jäykkyyden vuoksi.



Kuva 20. Venttiilin tiivistepesää kiristetään kahdella pultilla



Kuva 21. Venttiilin karan poksitiiviste kannessa

Istukkaventtiin on vaihdettavissa itse istukka, jos vanha istukka on huonossa kunnossa eikä työstettävää tiivistepintaa ole ollenkaan. Myös karan voi vaihtaa uuteen, jos vanha kara on huonossa kunnossa tai mennyt poikki.

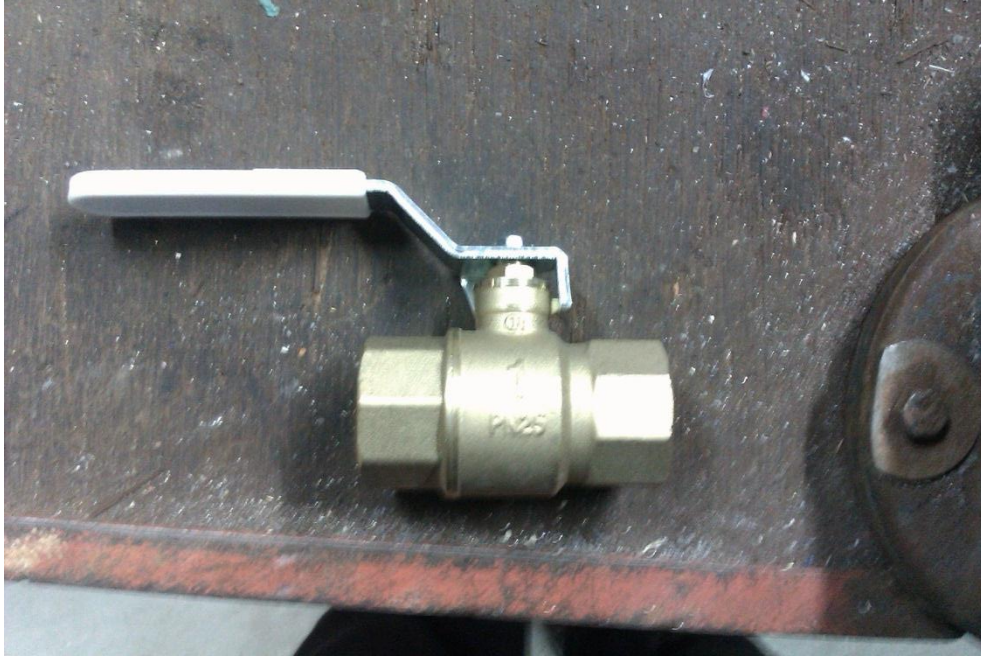
5.4.3 Koeponnistus

Huollon ja kokoonpanon jälkeen venttiili on hyvä koeponnistaa, mahdollisten vuotojen havaitsemiseksi. Koeponnistuksen voi suorittaa paineilman ja veden avulla. Laipalliseen venttiilin kiinnitetään laippa, johon on asennettu paineilmailiitin. On tärkeää huomioida venttiilin läpi kulkevan aineen virtaussuunta koeponnistuslaippaa asennettaessa. Kun koeponnistuslaippa on asennettu, suljetaan venttiili ja venttiilin poistopuolelle kaadetaan vettä. Tämän jälkeen paineilmaventtiiliä voi varovasti avata. Jos vesi alkaa kuplia, on se merkki siitä, että venttiili vuotaa. Tässä vaiheessa kannattaa lisätä venttiilin sulkuvoimaa kääntämällä venttiilin käsipyörää ja tarkastamalla, muodostuuko veteen vielä ilmakuplia. Jos venttiili vuotaa edelleen, täytyy sitä hioa vielä lisää, kunnes ilma ei pääse vuotamaan tiivistyspintojen välistä. Vähän vuotavan venttiilin saa tiiviiksi hiomalla pesän vastinpinnan muutaman kerran. Ensimmäinen hionta kannattaa siis suorittaa ilman kiirettä ja hätäilyä, jotta haluttu lopputulos saavutetaan ensimmäisellä kerralla. Kun venttiili on saatu tiiviiksi, asennetaan se takaisin putkistoon tai varaventtiiliksi hyllyyn.

5.5 Palloventtiilin huolto

Palloventtiilin huolto tulee kyseeseen, kun itse pallo tai pesän teflontiivisteet ovat vahingoittuneet. Pallon tai tiivisteiden vahingoittuminen voi johtua siitä, että virtausaukkoon pääsee jokin kova partikkeli ja venttiiliä suljettaessa ylimääräinen esine vahingoittaa palloa tai tiivisteitä.

Yleisimmin palloventtiili on asennettu putkistoon kierteellä, laipalla tai hitsattuna. Kierteitetty ja laipalliset palloventtiilit on helppo irrottaa putkistosta, mutta hitsattu vaatii sahan tai kulmahiomakoneen käyttöä. Palloventtiili on usein purettavissa joko toisesta päästä venttiiliä tai, jos venttiilin päädyt ovat ruuviliitoksella kiinnitettyjä, voidaan molemmat päädyt poistaa venttiilistä.



Kuva 22. Palloventtiili kiertein. Kahvan puoleinen pääty on kiinnitetty kierteellä venttiilin runkoon



Kuva 23. Venttiilin pääty on irrotettu ja päällä näkyy tiivistävä teflonrenkas

Molemmiin puolin palloa ovat tiivistävät teflonrenkaat, jotka ovat vaihdettavissa uusiin, jos ne ovat vahingoittuneet käyttökelvottomiksi. Renkaita sekä palloja on mahdollista saada varaosina, ja olisi hyvä olla varastossa muutama ylimääräinen vaihtosa, jos pallo tai tiivisteet ovat päässeet kunnostamattomaan kuntoon.



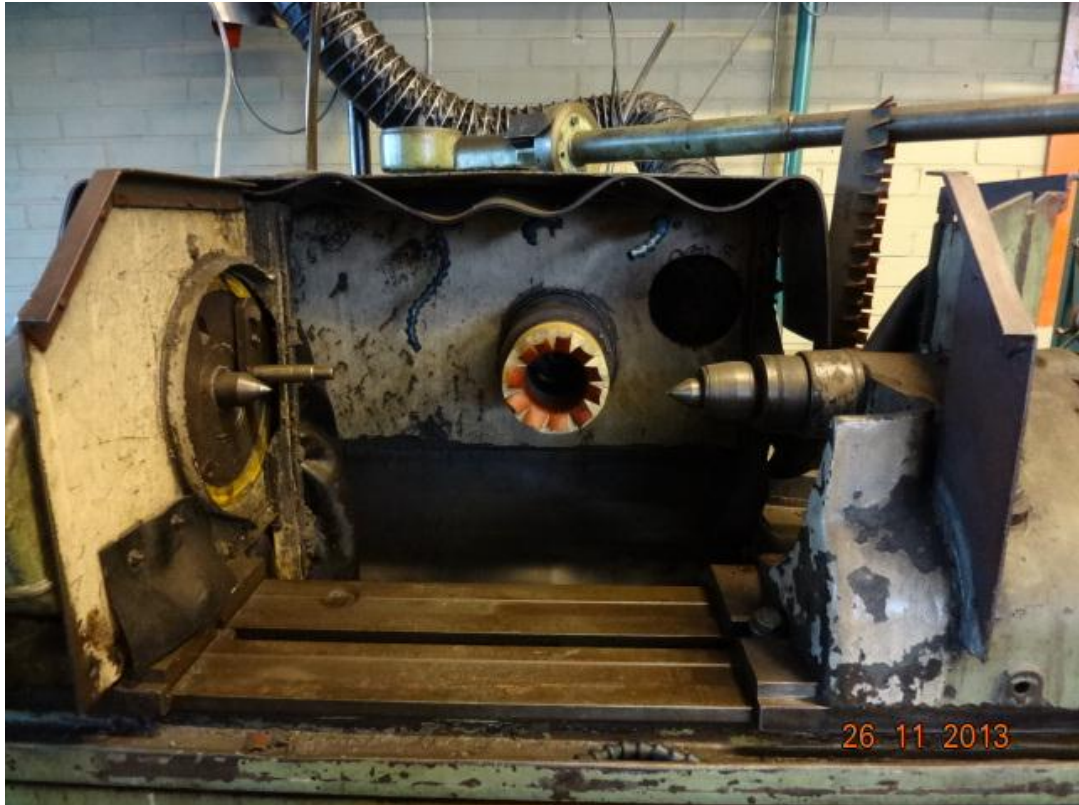
Kuva 24. Palloventtiilin pallo. Pallon päällä oleva ura on kiinni venttiilin karassa olevassa ulokkeessa. Kahvaa käännettäessä karan uloke kääntää palloa venttiilin pesässä



Kuva 25. Venttiilin pesä. Pesän pohjalla näkyy toinen tiivistävä teflonrenkas, joka on myös vaihdettavissa. Pesän vasemmassa reunassa näkyy karan uloke, johon pallon ura sopii.

Yleensä palloventtiilin huollossa riittää, kun teflontiivisteet vaihdetaan uusiin, edellyttäen, että pallo on moitteettomassa kunnossa. Pienet naarmut pallossa eivät vaikuta

venttiilin tiiveyteen. Jos pallossa on pahoja uria, jotka voivat vahingoittaa teflontiivisteitä, on pallo mahdollista hioa. Hiontaan käytetään siihen tarkoitettua konetta, jolla pallo voidaan hioa tasaiseksi.



Kuva 26. Pallon hiontaan käytettävä kone

5.7 Läppäventtiilin huolto

Läppäventtiiliä on yleisessä käytössä sekä sulkuventtiilinä että säätöventtiilinä. Venttiilin pesässä oleva kumitiiviste tiivistää venttiilin tehokkaasti eivätkä pienet epäpuhtaudet vaikuta venttiilin pitävyyteen. Tästä syystä läppäventtiiliä käytetään paljon merivesiputkistoissa ja öljyputkistoissa.

Läppäventtiili asennetaan putkistoon sellaisenaan laippojen väliin tai laipallisena versiona. Venttiili on kevytrakenteinen verrattuna muihin vastaavan kokoluokan venttiileihin. Venttiilin irrotuksen jälkeen huolto on helpointa suorittaa konepajalla.

Huolto aloitetaan irrottamalla venttiilin kara, johon läppä on kiinnitetty. Kara on yleisesti kiinnitetty venttiilin kanteen ruuviliitoksella ja karan toinen pää on kiinnitetty mutterilla. Kun lukitukset avataan, voidaan kara vetää pois venttiilin pesästä ja läpäs-

tä. Tällöin läpän voi ottaa pois venttiilin pesästä, mikä mahdollistaa kumitiivisteiden vaihdon. Yleinen vaurio on kumitiivisteiden vioittuminen. Se on pitkässä käytössä haurastunut ja päässyt murenemaan, jolloin venttiili ei ole enää täysin pitävä. Vaurioitumisen syy on yleensä pitkäaikainen käyttö ja väliaineiden ominaisuudet.

Kumitiivisteiden saa revittyä pois, kun läppä on poistettu pesästä. Kumin saa poistettua joko leikkaamalla sen poikki tai ruuvimeisselin avulla. Uusi kumi on tiukka, ja asennusta helpottaa kumitiivisteiden voitelemineen vaseliinilla. Kumitiivistettä asennettaessa on tärkeää huomata, että kumi tulee hieman yli venttiilin pesän kummaltakin puolelta. Tämän tarkoituksena on tiivistää venttiili putkistossa olevia laippoja vasten, jotta neste ei pääse vuotamaan putkistosta pois.

Läppä kannattaa tarkastaa mahdollisten halkeamien tai kuoppien varalta. Kumitiivisteissä läppäventtiileissä vika on yleensä kumitiivisteessä ja läppä on vaurioitumaton. Läpän mahdolliset halkeamat voi tutkia NDT-menetelmien avulla (NonDestructive Testing). Tunkeumanesteen avulla saadaan selville läpässä olevat mahdolliset halkeamat, joiden takia venttiili ei ole enää tiivis. Jos läppä on vioittunut, vaihdetaan se uuteen. Normaalisti varastossa pidetään muutamaa varaläppää, jotta venttiili saadaan uudelleen käyttöön ilman suurempaa seisokkia.

Kun vioittuneet osat on vaihdettu, voidaan venttiili koota. Läppä asennetaan pesään ja kara työnnetään kannen ja läpän lävitse venttiilin pesään. Karan lukituspultit kiristetään ja venttiili voidaan asentaa takaisin putkistoon. Joissakin tapauksissa läppäventtiili ei ole neljänneskiertoventtiili, vaan venttiilin voimanvälitys venttiilin käsipyörään on toteutettu hammaspyörän avulla. Tällainen ratkaisu on normaali sulkuventtiileillä käytettäessä suuria putkistokokoja, joissa virtausmassa on suuri. Venttiilin nopea sulkeminen tällaisessa putkistossa aiheuttaa suuren paineiskun ja venttiili voi vioittua. Välityksen avulla venttiiliä ei voi sulkea nopeasti ja ehkäistään vaurioiden syntymisen.

Käsipyörän hammaspyörä on hyvä puhdistaa samalla, kun venttiilin tiivisteet vaihdetaan. Vanhat rasvat poistetaan ja hammaspyörät puhdistetaan ja tarkastetaan mahdollisten vaurioiden varalta. Puhdistuksen jälkeen hammaspyörät voidaan asentaa takaisin venttiilin kanteen ja rasvata kunnolla, mikä helpottaa venttiilin käyttöä ja vähentää hammaspyörien kulumista.

Varastossa on hyvä pitää muutama ylimääräinen läppäventtiilin lautanen, jos vanha lautanen on haljennut tai sitä ei voida kunnostaa. Kumitiivisteitä on normaalisti laivan materiaalivarastossa, koska tiivisteitä joudutaan vaihtamaan paljon.



Kuva 27. Venttiilipyörän välitys

5.7.1 Koeponnistus

Läppäventtiilillä voidaan koeponnistaa suorittaa veden avulla. Venttiili suljetaan tiukasti kiinni ja läpän päälle kaadetaan vettä. Jos venttiili vuotaa, pääsee vesi valumaan kumitiivisteeseen ja läpän välistä pois. Lisättäessä sulkuvoimaa voi vuoto korjaantua ja venttiili on tiivis. Valon avulla voi tarkastaa myös venttiilin tiiveyden. Toiselta puolelta läppää valaistaan taskulampulla kumitiivisteeseen ja läpän saumaa. Jos valo näkyy toiselta puolelta, ei venttiili ole tiivis. Jos venttiiliä ei saada tiiviiksi sulkuvoimaa lisäämällä, tulee kumitiiviste asentaa uudelleen.

5.8 Takaiskuventtiilin huolto

Istukkaventtiiliä muistuttavat takaiskuventtiilit ovat huollon kannalta hyvin samantapaisia kuin istukkaventtiilit. Takaiskuventtiilin rakenne on normaalisti yksinkertaisempi, koska vaikuttavana voimanlähteenä on virtaava väliaine, joten venttiilissä ei

ole ollenkaan karaa. Sulkuelin on helppo poistaa venttiilistä, jossa ei ole jousta. Kansi on kiinnitetty venttiilin runkoon kierteellä tai ruuviliitoksella.



Kuva 28. Takaiskuventtiilin kansi sekä istukka. Sulkuelin on tässä työssä aiemmin esitellystä venttiilistä. Istukan alas lähtevien neljän ”jalan” tehtävänä on pitää istukka virtausaukossa

Yksinkertaisimmillaan takaiskuventtiili koostuu yllä olevasta kahdesta osasta sekä venttiilin pesästä. Poistamalla venttiilin kansi sekä istukka päästään käsiksi venttiilin pesässä olevaan seettiin.



Kuva 29. Venttiilin virtausaukko ja seeti

Venttiilin istukka liikkuu virtausaukossa ylös väliaineen luoman virtauksen vuoksi ja venttiili avautuu. Kannen ja istukan poiston jälkeen vaurioitunut seeti voidaan hioa samoin keinoin kuin tavallinen istukkaventtiili käyttäen hiomatyökalua sekä hiomatahnaa.

Takaiskuventtiili, jonka läpi väliaine kulkee suoraan, on usein jousikuormitteinen. Jousi palauttaa sulkuelimen takaisin vastinpintaan ja estää väliaineen pääsemisen takaisin tulosuuntaan. Jousi on kiinnitetty venttiilin päästöpuolelle jousenpitimen avulla. Jousenpidin on kiinnitetty usein ruuviliitoksella venttiilin pesään kiinni, kuten työssä aikaisemmin esitellyssä takaiskuventtiilissä. Itse sulkuelin on joko täysin vapaana tai sitten jousi on kiinnitetty sulkuelimen taakse. Avaamalla ruuviliitoksen voi jousen ja sulkuelimen nostaa pois venttiilin pesästä.



Kuva 30. Sulkuelin ja jousi

Sulkuelin on täysin irrallaan jousesta, ja se on helppo kunnostaa työstämällä tiivistepinta sorvissa. Tiivistepinnan voi myös hioa hiomatasoa ja hiomatahnaa käyttämällä. Jos venttiilin jousi on löystynyt, murtunut tai mennyt poikki kokonaan, on se vaihdettava uuteen. Uusia jousia on hyvä pitää varastossa, koska ne eivät ole kalliita eikä rikkonaista jousia voi asentaa takaisin, koska venttiili ei toimi silloin kunnolla. Uusi jousi ei saa olla liian voimakas, koska takaiskuventtiiliä ei käytetä paineenalennusventtiilinä, jolloin jousikuorma on tarkkaan määritetty.

Venttiilin pesän tiivistepinta voidaan hioa samalla keinolla kuin tavallinen istukka-venttiili hiomatyökalulla. Tiivistepinnan voi myös koneistaa mahdollisuuksien mukaan. Vaihdeosia takaiskuventtiilissä ovat liikkuva sulkuelin ja jousi. Jousen voi vaihtaa uuteen, ellei se ole kiinteästi kiinnitetty jousenpidikelevyyn.



Kuva 31. Venttiilin pesä

5.9 Varoventtiileiden huolto

Varoventtiileiden yleisimmät vaurioitumiskohdat ovat venttiilin jousi sekä tiivistepinnat. Jousen vaurioituessa tai mennessä poikki väliaineen paine avaa venttiilin ja väliainetta pääsee purkautumaan pois järjestelmästä turhaan. Varoventtiilin avautuminen on helppo tarkistaa etenkin, jos venttiili varustettu käsikäyttöisellä vivulla. Vivun avulla voidaan varmistaa venttiilin avautuminen ja sulkeutuminen. Venttiilin avautumispainetta ei tietenkään voida tällä keinoin selvittää, mutta ainakin saadaan selvitettyä, avautuuko ja sulkeutuuko varoventtiili normaalisti. Tämä ei myöskään kerro sitä, ovatko tiivistepinnat hyvässä kunnossa ja vuotaako väliaine tiivistepintojen välistä. Varoventtiilit ovat painelaitteita, ja yleensä niiden huollosta vastaa erikoisliike. Laivan varoventtiileitä huolletaan etenkin telakalla oltaessa, jolloin esimerkiksi höyrylle ei ole tarvetta ja kattilan varoventtiilit voidaan huoltaa.

Huolto suoritetaan joko poistamalla venttiili linjastosta tai se voidaan myös suorittaa paikan päällä. Suurten venttiilien huolto on järkevämpää suorittaa paikallaan. Jousikupu on yleensä venttiilin rungossa kiinni ruuviliitoksena. Jousen saa esille poistamalla jousikuvun. Säätöruuvia löysäämällä saadaan jousi lepotilaan, eikä se ole silloin viritetyneessä tilassa. Poistamalla jousi sekä ohjainlevy saadaan sulkuelin poistettua vent-

tiilin pesästä. Sulkuelin voidaan hioa joko koneellisesti sorvissa tai mahdollisesti myös käsin hiomatasolla. Etenkin höyryn vaikutuksen alaiset varoventtiilit ovat toisinaan hyvin kuluneita istukkaventtiilien tapaan.

Varoventtiilin pesän tiivistepinta voidaan kunnostaa istukka- ja takaiskuventtiilin tapaan hiomatyökalun avulla. Teräsrakenteisilla venttiileillä tiivistepintoja voidaan täyttöhitsata ja koneistaa lopulta tasaiseksi.

5.9.1 Koeponnistus

Koeponnistus voidaan suorittaa erillisessä testipenkissä. Venttiilin karaan liitetään testilaite, joka avaa venttiilin. Tällä menetelmällä saadaan selville venttiilin avautumispaine, jota voidaan muuttaa tarpeen mukaan säätöruuvien avulla.

6 Armatek Oy

Tämän työn yhtenä päämääränä oli käydä tutustumassa venttiilihuoltoliikkeeseen ja selvittää, mitä kaikkea se pystyy tekemään venttiileille ammattikaluston avulla. Valitsin yritykseksi Tampereella sijaitsevan Armatek Oy:n, joka on osa JS Oy:tä. Yritys on erikoistunut kaikkiin teollisuuskäytössä olevien venttiileiden huoltoihin ja suurimpana asiakasryhmänä ovat tehtaat ja voimalaitokset. Kerroin heille tekevänä opinnäytetyötä venttiileiden huollosta ja sain sovittua jolloin voisin käydä tutustumassa yrityksen konepajaan.

Armatekin tilat olivat oikeastaan kuin minkä tahansa koneistamon tilat. Pääasiassa käytössä oli erilaisia työstökoneita metallisorveja, palloventtiilin pallon hiomakone, luistin hiontakone, CNC-koneita, lasikuulapuhdistuskaappeja, kuumakäsittelylaatikko ja koeponnistushuone, jossa voitiin suorittaa varoventtiileiden koeponnistus. Koeponnistuslaitteena toimi Legatest-testilaite (<http://www.jspietarsaari.fi/legatest>), jonka avulla varoventtiili voidaan testata sen ollessa käytössä irrottamatta sitä linjastosta. Liikuteltavaa laitteistoa oli jonkin verran, koska varsinkin kesäaikaan huoltotöitä suoritetaan asiakkaan luona eikä venttiileitä rahdata omalle konepajalle. Varastossa ei suuremmin varaosia ollut, koska pääosin kaikki pyritään korjaamaan itse, koska osien saanti kestää kauan ja kustannukset voivat kohota toisinaan erittäin paljon. Tarvittaes-

sa jotkut varaosat valmistetaan itse mahdollisuuksien mukaan. Teräksiset venttiilin osat täyttöhitsataan ja koneistetaan, jos työstettävää pintaa ei ole ollenkaan. Osa hiomatyökaluista on valmistettu itse. Sellainen on esimerkiksi pöytä jota voi pyörittää ja jonka avulla voi hioa oikeastaan mikä vain venttiilin tiivistepinta muun muassa luistit, istukkaventtiileiden seklat ja takaiskuventtiileiden sulkuelimet.

Venttiilin osien puhdistusmenetelmät ammattipajalla ovat paljon paremmat laivan koneverstaalla. Lasikuulapuhaltimella irtolika ja muu ylimääräinen venttiiliin kuulumaaton lähtee pois hyvin vahingoittamatta tiivistepintoja ja muita herkkiä osia. Hiekkapuhallus on yleensä liian jämerä puhdistustoimenpide ja hiekka vaurioittaa venttiilin osia. Laivalla puhdistukseen yleensä käytetään mitä tahansa, jolla lika saataisiin lähemmään. Rätit, painepesurit ja TeijoViverk Oy:n valmistamat teollisuuspesurit ovat hyviä puhdistuskeinoja, eivätkä venttiilin osat vahingoitu näillä laitteilla.

Talvi on hiljainen sesonki ja yrityksessä ei oikeastaan ollut mitään varsinaisesti työn alla, vaan käynnillä tutustuin lähinnä erilaisiin koneistuslaitteisiin, joita on millä tahansa konepajalla. Paremman annin varsinaisesta huollosta olisin saanut, jos vierailu olisi ajoittunut kesälle ja mahdollisesti olisin päässyt työkohteeseen katsomaan varsinaista huoltotoimintaa. (11)

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän työn tarkoituksena oli tehdä katsaus laivalla mahdollisuuksien mukaan tehtävään erilaisten venttiileiden huoltoon. Työssä on käsitelty yleisimmät sulku- ja säätöventtiilityypit. Informaatiota on kerätty kirjallisista lähteistä, internetistä sekä omien kokemusten perusteella. Tämän työn huolto-osuus on varsin käytännönläheinen, koska mitään valmista venttiilinhuolto-opasta ei ollut käytettävissä. Venttiileiden huolto kuuluu jokapäiväiseen laivaelämään.

Työssä esitellään muutamia hyviä keinoja tehdä yleisimmille venttiileille perushuoltoa laivalla olevalla kalustolla ja materiaalilla. Yleisimmin huollossa käytetään metallisorvia ja hitsauslaitteistoa, ja usein hiomatyökalut valmistetaan itse. Hiomatyökalun tekemiseen ei kulu paljon aikaa ja työkalumateriaaliksi usein kelpaa metallinen tanko. Hiomatahnoja ja –tasoja löytyy useimmista laivoista perusvälineistönä, ja niiden käyttö on tämän tyyppisessä huollossa arkipäivää. Kun venttiileissä siirrytään suurempiin

kokoluokkiin ja erikoisempiin venttiileihin, loppuvat laivan työkaluresurssit hyvin nopeasti. Laivan konepajan tila on rajallinen eikä sinne mahdu useaa isoa konetta.

Kymenlaakson ammattikorkeakoulun merenkulun opetussuunnitelmassa ei ole erikseen venttiilin huoltoa. Koneverstaalla on enimmäkseen keskitytty moottoreiden, pumppujen, hitsaamisen ja sorvaamisen perusteisiin. Tämä opinnäytetyö toimii mielestäni hyvänä apuna yleisimpien venttiileiden perushuoltoon.

LÄHTEET

1. Norokivi, S., Härkönen, V., Uomala, V., Vilenius, M. & Tusa, J. 1980. Venttiilit teollisuusputkistoissa. Insinöörijärjestöjen koulutuskeskus
2. Sandström, Å., Ekman, H., Hakala, A. & Maso, A. 1973. Teollisuusputkistot 1. Insinöörijärjestöjen koulutuskeskus
3. Sandström, Å., Ekman, H., Hakala, A. & Maso, A. 1971. Teollisuusputkistot 2. Insinöörijärjestöjen koulutuskeskus
4. Sihvonen, P., Ihalainen, E., Aaltonen, K. & Aromäki, M. 2003. Valmistustekniikka. Otatieto Oy
5. Maaranen, K. 2012. Koneistus. Helsinki: Sanoma Pro Oy 2012
6. Aaltonen, K., Andersson, P. & Kauppinen, V. 1997. Koneistustekniikat. WSOY
7. Painelaitteiden kunnossapito. TUKES-opas. 2004. Turvatekniikan keskus. Saatavissa: http://www.tukes.fi/Tiedostot/painelaitteet/esitteet_ja_opaat/painelaite-kunnossapito-opas.pdf (vierailtu 30.11.2013)
8. Painelaitteet-opas. TUKES-opas. Turvatekniikan keskus. Saatavissa: http://www.tukes.fi/Tiedostot/painelaitteet/esitteet_ja_opaat/painelaiteopas.pdf (vierailtu 30.11.2013)
9. Varoventtiileiden käyttö- ja huolto-ohjeet. Armatec Oy. Saatavissa: <http://www.armatec.com/upload/Bilder%20FI/IMOT%20FI.pdf> (vierailtu 30.11.2013)
10. Putkien ja venttiileiden nimelliskoot. Saatavissa: http://www.engineeringtoolbox.com/nps-nominal-pipe-sizes-d_45.html (vierailtu 2.12.2013)
11. Materiaalinumerointi. Hydra. Saatavissa: http://www.witzenmann.be/download/Manual%20of%20metal%20bellows_0441e%20S%20174-199_2_04_10_20_web.pdf (vierailtu 2.12.2013)
12. Prosessiteollisuuden tiivisteet, pinnoitteet ja pumput. Tiivistepalvelu Oy. Saatavissa: <http://tiivistepalvelu.fi/425-punostiiviste> (vierailtu 2.12.2013)
13. Viita-Aho, Pekka. Toimitusjohtaja. Haastattelu 2013 Armatek Oy

LIITTEET

LIITE 1. Putkien ja venttiileiden nimelliskoot

Diameter Nominal DN (mm)	Nominal Pipe Size NPS (inches)
550	22
600	24
650	26
700	28
750	30
800	32
900	36
1000	40
1050	42
1100	44
1200	48
1300	52
1400	56
1500	60
1600	64
1700	68

1800	72
1900	76
2000	80
2200	88

LIITE 2. Putkien ja venttiileiden nimellispaineet

Pressure Nominal PN (bar)
PN6
PN10
PN16
PN20
PN25
PN32
PN40
PN50
PN64
PN100
PN250
PN420

Liite 3. Materiaalinumerointi

7.1 | Material data sheets

Designations, available types, temperature limits



Material group	Material no. to DIN EN 10 027	Short name to DIN EN 10 027	Short name to DIN (old)	Semi-finished product	Documentation	Documentation old	Upper temp. limit °C	
Unalloyed steel	10254	P236TR1	St 370	Welded tube	DIN EN 10217-1	DIN 1626	300	
	10255	P236TR2	St 374	Welded tube	DIN EN 10217-1	DIN 1629		
Common structural steel	10427	C22G1	C 22.3	Flanges	VDTÜW 364		350	
	10038	S235JR52	RS137-2	Steel bar, flat	DIN EN 10025		300	
	10050	E295	St 50-2	products, wire rod, profiles	ADW1			
	10570	S355J2G3	St 52-3	Flanges	VDTÜW 350		450	
Heat resistant unalloyed steel	10460	C22G2	C 22.8					
	10345	P236GH	H1	Sheet	DIN EN 10028	DIN 17155	480	
Heat resistant steel	10425	P265GH	H11	Seamless tube	DIN EN 10216		450	
	10461	P295GH	T7 Mn 4	Sheet	DIN EN 10028	DIN 17155	480	
	15415	16Mo3	15 Mo 3	Seamless tube	DIN EN 10028	DIN 17155	530	
	17335	13CrMo4-5	13 CrMo 4.4	Sheet	DIN EN 10028	DIN 17155	570	
	17390	10CrMo9-10	10 CrMo 9 10	Seamless tube	DIN EN 10028	DIN 17155	600	
	10305	P236G1TH	St 35.8	Seamless tube	DIN 17175		480	
	Fine-grained structural steel	10662	P366N	StE 355	Sheet	DIN EN 10028	DIN 17102	
		10665	P366NH	WStE 355	Strip			400
		10666	P366NL1	TStE 355	Steel bar			450 ¹⁾
		11106	P366NL2	ESStE 355				460 ¹⁾

1) Cold resistant limit

7.1 | Material data sheets

Strength values at room temperature (RT) (guaranteed values ¹⁾)

Material no. to DIN EN 10 027	Yield point min. R _{p0.2} N/mm ²	Tensile strength R _m N/mm ²	Breaking elongation, A _g %	A ₅₀ %	Notched bar impact strength min. A _{KV} (KV ²⁾ J	Remarks
10254	235	360-500	23			s ≤ 16
10255	235	360-500	23			s ≤ 16
10427	240	410-540	20 (transverse)			s ≤ 70
10038	235	340-470	21-26 ¹⁾	17-21 ²⁾	at RT: 27	3 ≤ s ≤ 100 (R _m)
10050	295	470-610	16-20 ¹⁾	12-16 ²⁾		10 ≤ s ≤ 150 (KV)
10570	355	490-630	18-22 ¹⁾	14-18 ²⁾	at -20 °C: 27	s < 16 (R _m)
10460	240	410-540	20		at RT: 31	s ≤ 70
10345	235	360-480	25		at 0 °C: 27	s ≤ 16
10425	265	410-530	23		at 0 °C: 27	s ≤ 16
10461	295	460-580	22		at 0 °C: 27	s ≤ 16
15415	275	440-590	24		at RT: 31	s ≤ 16
17335	300	440-600	20		at RT: 31	s ≤ 16
17390	310	480-630	18		at RT: 31	s ≤ 16
10305	235	360-480	23		at RT: 34	s ≤ 16
10662	355	490-630	22		at 0 °C: 47	s ≤ 16
10665					at 0 °C: 47	s ≤ 16
10666					at 0 °C: 55	s ≤ 16
11106					at 0 °C: 90	s ≤ 16

1) Smallest value of longitudinal or transverse test

2) New designation to DIN EN 10045; average of 3 specimens in DIN EN standards

3) Dependent on product thickness

7.1 | Material data sheets

Designations, available types, temperature limits



7.1 | Material data sheets

Strength values at room temperature (RT)
(guaranteed values ³⁾)

Material group	Material no. to	Short name to	Semi-finished product	Documentation	Documentation old	Upper temp. limit °C
Stainless ferritic steel	1.4511	X3CrNb17	Strip	DIN EN 10088	DIN 17441 ²⁾	200
	1.4512	X2CrTi12	Strip	DIN EN 10088 SEW 400		350
Stainless austenitic steel	1.4301	X6CrNi18-10	Strip	DIN EN 10088	DIN 17441/97	550 / 300 ¹⁾
	1.4306	X2CrNi19-11	Strip Sheet	DIN EN 10088	DIN 17440/96	550 / 350 ¹⁾
	1.4541	X6CrNiTi18-10	Strip	DIN EN 10088	DIN 17441/97	550 / 400 ¹⁾
	1.4571	X6CrNiMoTi17-12-2	Strip Sheet	DIN EN 10088	DIN 17441/97	550 / 400 ¹⁾
	1.4404	X2CrNiMo17-12-2	Strip Sheet	DIN EN 10088	DIN 17440/96	550 / 400 ¹⁾
	1.4435	X2CrNiMo18-14-3	Strip	DIN EN 10088	DIN 17441/97	550 / 400 ¹⁾
	1.4565	X2CrNiMoNbN25-18-5-4	Strip, Strip Sheet	SEW 400 / 97	SEW 400 / 91	550 / 400 ¹⁾
	1.4539	X1NiCrMoCu25-20-5	Strip Sheet, Strip	DIN EN 10088		550 / 400 ¹⁾
	1.4529	X1NiCrMoCuNi25-20-7	Seamless tube	VDTÜVW421		400
	1.4948	X6CrNi18-10	Strip Sheet	DIN EN 10028-7	DIN 17460	600
Austenitic steel of high heat resistance	1.4919	X6CrNiMo17-13	Seamless tube	DIN EN 10222-5	DIN 17460	600
			Sheet, strip, bar	DIN 17469		600
	1.4958	X6CrNiAl19-120	Seamless tube	DIN 17459		600
			Sheet, strip, bar	DIN 17460		600
			Forging			
			Seamless tube	DIN 17459		600
			Forging			
			Seamless tube	DIN 17459		600
			Forging			
			Seamless tube	DIN 17459		600

1) Temperature limit where risk of intercrystalline corrosion

2) Earlier standard DIN 17441 7/85

Material no. to	Yield points min. $R_{p0.2}$ N/mm ²	Tensile strength R_{m} N/mm ²	Breaking elongation, min. %		Notched bar impact strength > 10 mm thickness, transverse min. (KJ/m ²)	Remarks
			> 3 mm Thickness A_g	< 3 mm Thickness A_{g0}		
DIN EN 10 027	230	420-600	23			s ≤ 6
1.4511	230	420-600	23			s ≤ 6
1.4512	210	380-560	25			s ≤ 6
1.4301	q 230	260	45	45	at RT: 60	s ≤ 6
	l 215	245	43	40		s ≤ 6
1.4306	q 220	250	45	45	at RT: 60	s ≤ 6
	l 205	235	43	40		s ≤ 6
1.4541	q 220	250	40	40	at RT: 60	s ≤ 6
	l 205	235	38	35		s ≤ 6
1.4571	q 240	270	40	40	at RT: 60	s ≤ 6
1.4404	q 240	270	38	35	at RT: 60	s ≤ 6
	l 225	255	40	40		s ≤ 6
1.4435	q 240	270	40	40	at RT: 60	s ≤ 6
	l 225	255	38	35		s ≤ 6
1.4565	q 420	460	30	25	at RT: 55	s ≤ 30
	q 240	270	35	35	at RT: 60	s ≤ 6
1.4539	l 225	255	33	30		s ≤ 6
	q 220	250	40	40		s ≤ 6
1.4529	q 300	340	40	40	at RT: 60	s ≤ 75
	l 285	325	38	35		s ≤ 75
1.4948	q 300	340	40	40	at RT: 84	s ≤ 6
	q 230	260	45	45	at RT: 60	s ≤ 6
1.4919	q 195	230	35	35	at RT: 60	s ≤ 50
	q 185	225	30	30	at RT: 60	s ≤ 50
1.4958	q 205	245	35	30	at RT: 60	s ≤ 50
	q 205	245	35	30	at RT: 60	s ≤ 50
	q 170	200	35	30	at RT: 80	s ≤ 50
	q 170	200	35	30	at RT: 80	s ≤ 50

3) Smallest value of longitudinal or transverse test, q = tensile test, transverse, l = tensile test, longitudinal

7.1 | Material data sheets

HYDRA

Designations, available types, temperature limits

Material group	Material no. to DIN EN 10 027 ¹⁾	Short name to DIN EN 10 027	Trade name	Semi-finished product	Documentation	Upper temp. limit °C
Heat resistant steel	1.4828	X15CrNiSi20-12		Strip Sheet, Strip, (SEW470)	DIN EN 10095 (SEW470)	900
	1.4876	X10NiCrAlTi32-21	INCOLOY 800	Strip Sheet, Strip all	SEW470 V4TUV-W412	600
		X10NiCrAlTi32-21 H	INCOLOY 800 H	Strip Sheet, Strip all	V4TUV-W434 DIN EN 10095	950
Nickel-based alloys	2.4858	NiCr21Mo	INCOLOY 825	all	DIN 17750/02 V4TUV-W432 DIN 17744 ²⁾	450
	2.4816	NiCr15Fe	INCONEL 600	Strip Sheet, Strip	DIN EN 10095 DIN 17750/02 V4TUV-W305 DIN 17742 ²⁾	1000
			INCONEL 600 H			450
	2.4819	NiMo16Cr15W	HASTELLOY C-276	Strip Sheet, Strip	DIN 17750/02 V4TUV-W400 DIN 17744 ²⁾	450
	2.4856	NiCr22Mo9Nb	INCONEL 625	Flat products	DIN EN 10095	900
			INCONEL 625 H	Strip Sheet, Strip	DIN 17750/02 (V4TUV-W499) DIN 17744 ²⁾	450
	2.4610	NiMo16Cr16Ti	HASTELLOY C4	Strip Sheet, Strip	DIN 17750/02 V4TUV-W424	400
	2.4360	NiCr130Fe	MONEL	Strip, Strip Sheet	DIN 17750/02 V4TUV-W 263	425
				Seamless tube Forging	DIN 17743 ²⁾	

¹⁾ In the case of nickel-based alloys, DIN 17007 governs the material number²⁾ Chemical composition

7.1 | Material data sheets

HYDRA

Strength values at room temperature (RT) (guaranteed values ³⁾)

Material no. to DIN EN 10 027 ¹⁾	Yield points min. $R_{p0.2}$ N/mm ²	$R_{p0.01}$ N/mm ²	Tensile strength R_m N/mm ²	Breaking elongation, A_5 %	A_{50} %	Notched bar impact strength min. KV J	Remarks
1.4828	230	270	500-750				s ≤ 3 mm solution annealed
1.4876	170	210	450-680	22			Soft annealed
	210	240	500-750	30		at RT: 150 ⁴⁾	
(1.4876 H)	170	200	450-700	30			solution annealed (AT)
INCOLOY 800H	170	210	450-680		28		
2.4858	240	270	≥ 550	30			Soft annealed
INCOLOY 825	235	265	550-750			at RT: 80	s ≤ 30 mm
2.4816	240	210	500-850				Annealed (+A) solution annealed (F50) Soft annealed
	180	230	≥ 550	30	28	at RT: 150 ⁴⁾	
INCONEL 600	200	230	550-750			at RT: 150 ⁴⁾	solution annealed
INCONEL 600 H	180	210	500-700	35	30		
2.4819	310	330	≥ 690	30	30		s ≤ 5 mm, solution annealed (F59)
HASTELLOY C-276	310	330	730-1000	30	30	at RT: 96	
2.4856	415	305	820-1050				s ≤ 3 mm, Annealed (+A) solution annealed (F59)
	275	305	≥ 690	30		at RT: 100	
INCONEL 625 H	400	440	830-1000				s ≤ 3 mm, Soft annealed
2.4610	305	340	≥ 690	40		at RT: 96	s ≤ 5, solution annealed
	280	315	700-900	40	30	at RT: 96	5 < s ≤ 30
HASTELLOY C4							
2.4360	175	205	≥ 450	30		at RT: 120	s ≤ 50, Soft annealed
	175		450-600	30			Soft annealed

³⁾ Smallest value of longitudinal or transverse test⁴⁾ Value a_0 in J/cm²

7.1 | Material data sheets

Designations, available types, temperature limits

HYDRA

Material group	DIN EN 1652 (new) Number	Material designation Short name	DIN 17670 (old) Short name		Semi-finished product	Documentation	Documentation old	Upper temp. limit °C
			Number	Short Name				
Copper-based alloy	CW364H	CuNi30Mn1Fe	2.0882	CuNi30Mn1Fe	Strip, Strip Sheet	DIN-EN 1652 AD-W 6/2	DIN 17664 DIN 17670	360
				CUNIIFER 30 ¹⁾				
Copper	CW024A	Cu-DHP	2.0090	SF-Cu	Strip, Strip Sheet	DIN-EN 1652 AD-W 6/2	DIN 1787 DIN 17670	250
Copper-tin alloy	CW452K	CuSn6	2.1020	CuSn6 Bronze	Strip, Strip Sheet	DIN-EN 1652	DIN 17662 DIN 17670	
Copper-zinc alloy	CW503L	CuZn20	2.0250	CuZn 20	Strip, Strip Sheet	DIN-EN 1652	DIN 17660 DIN 17670	
	CW508L	CuZn37	2.0321	CuZn 37 Brass	Strip, Strip Sheet	DIN-EN 1652	DIN 17660 DIN 17670	
			2.0402	CuZn40Pb2	Strip, Strip Sheet	DIN 17670 DIN 17660		
Wrought aluminum alloy		DIN-EN 485-2 (new) Short Name	DIN 1745-1 (old) Short Name	Semi-finished product	Documentation	Documentation old	Upper temp. limit °C	
	EN-AM-5754	EN-AM-AL Mg3	AlMg 3	Strip, Strip Sheet	DIN-EN 485-2 AD-W 6/1	DIN 1745 DIN 1725	150 (AD-W)	
	EN-AM-6062	EN-AM-ALSiMgMn	AlMgSi 1	Strip, Strip Sheet	DIN-EN 485-2	DIN 1745		
Pure nickel	2.4068	LC-Ni 99	LC-Ni 99	Strip, Strip Sheet	VDTU-VW 345		600	
Titanium	3.7025	Ti 1	Ti 1	Sheet, Strip, Strip Sheet	DIN 17 850 DIN 17 890		250	
					VDTU-VW 230			
Tantalum		Ta	Ta	Strip, Strip Sheet	VDTU-VW 582		250	

1) Trade name

7.1 | Material data sheets

Strength values at room temperature (RT) (guaranteed values ²⁾)

HYDRA

Material no.	Yield points min. R _{p0.2} N/mm ²	R _{p1.0} min. N/mm ²	Tensile strength R _m N/mm ²	Breaking elongation, min. A ₅ %	Notched bar impact strength min. KV J	Remarks
CW364H	≥ 120		360-420	35 ⁶⁾		R360 (F36) ⁴⁾ 0.3 ≤ s ≤ 15
2.0882						
CW024A	≤ 100		200-250	42 ⁶⁾		R200 (F20) ⁴⁾ s > 5 mm
2.0090	≤ 140		220-280	33 ⁷⁾ / 42 ⁶⁾		R220 (F22) ⁴⁾ 0.2 ≤ s ≤ 5 mm
CW452K	≤ 300		350-420	45 ⁷⁾		R350 (F35) ⁴⁾ 0.1 ≤ s ≤ 5 mm
2.1020				55 ⁶⁾		
CW503L	≤ 150		270-320	38 ⁷⁾		R270 (F27) ⁴⁾ 0.2 ≤ s ≤ 5 mm
2.0250				48 ⁶⁾		
CW508L	≤ 180		300-370	38 ⁷⁾		R300 (F30) ⁴⁾ 0.2 ≤ s ≤ 5 mm
2.0321				48 ⁶⁾		
2.0402	≤ 300		≥ 380	35		(F30) ⁶⁾ 0.3 ≤ s ≤ 5 mm
Material no.	Yield points min. R _{p0.2} N/mm ²	R _{p1.0} min. N/mm ²	Tensile strength R _m N/mm ²	Breaking elongation, min. A ₅ %	Notched bar impact strength min. KV J	Remarks
EN-AM-5754	≥ 80		190-240	14 (A50)		0.5 ≤ s ≤ 1.5 mm State: 0 / H111 DIN-EN-values
3.3535						
EN-AM-6062	≤ 85		≤ 150	14 (A50)		0.4 ≤ s ≤ 1.5 mm State: 0, DIN-EN values
3.2315						
2.4068	≥ 80	≥ 105	340-540	40		
3.7025	≥ 180	≥ 200	290-410	30 / 24 ⁸⁾	62	0.4 ≤ s ≤ 8 mm
TANTAL - ES	≥ 140		≥ 225	35 ⁸⁾		0.1 ≤ s ≤ 5.0 Electron beam melted Sintered in vacuum
TANTAL - GS	≥ 200		≥ 280	30 ⁸⁾		

2) Smallest value of longitudinal or transverse test

3) Measured length l₀ = 25 mm

4) State designation to DIN EN 1652 or (-) to DIN

5) To DIN, material not contained in the DIN EN

6) Specification in DIN EN for s > 2.5 mm

7) Breaking elongation A₅₀, specification in DIN EN for s ≤ 2.5 mm

8) A50 for thicknesses ≤ 5 mm

7.1 | Material data sheets



Chemical composition
(percentage by mass)

Material group	Material no.	Short name	C ^{II}	Si max.	Mn	P max.	S max.	Cr	Mo	Ni	Other elements
Unalloyed steel	10254	P235TR1	≤ 0.16	0.35	≤ 1.20	0.025	0.020	≤ 0.30	≤ 0.08	≤ 0.30	Cu ≤ 0.30
	10255	P235TR2	≤ 0.16	0.35	≤ 1.20	0.025	0.020	≤ 0.30	≤ 0.08	≤ 0.30	Cu ≤ 0.30 Cr+Cu+Mo+Ni ≤ 0.70
	10427	C22G1	0.18 - 0.23	0.15 - 0.35	0.40 - 0.90	0.035	0.030	≤ 0.30			Al _{ges} ≥ 0.02 Al _{ges} ≥ 0.015
Common structural steel	10038	S235JR/G2	≤ 0.17		≤ 1.40	0.045	0.045				N ≤ 0.009
	10050	E295				0.045	0.045				N ≤ 0.009
Heat resist. unalloyed steel	10570	S355J2G3	≤ 0.20	0.55	1.60	0.035	0.035				Al _{ges} ≥ 0.015
	10460	C22G2	0.18 - 0.23	0.15 - 0.35	0.40 - 0.90	0.035	0.030	≤ 0.30			
Heat resistant steel	10345	P235GH	≤ 0.16	0.35	0.40 - 1.20	0.030	0.025	≤ 0.30	≤ 0.08	≤ 0.30	Nb,Ti,V
	10425	P265GH	≤ 0.20	0.40	0.50	0.030	0.025	≤ 0.30	≤ 0.08	≤ 0.30	Al _{ges} ≥ 0.020 Cu ≤ 0.30
	10461	P295GH	0.08 - 0.20	0.40	0.90 - 1.50	0.030	0.025	≤ 0.30	≤ 0.08	≤ 0.30	Cr+Cu+Mo+Ni ≤ 0.70 Cu ≤ 0.3
	15415	16Mo3	0.12 - 0.20	0.35	0.40 - 0.90	0.030	0.025	≤ 0.30	0.25 - 0.35	≤ 0.30	Cu ≤ 0.3
	17335	13CrMo4+5	0.08 - 0.18	0.35	0.40 - 1.00	0.030	0.025	0.70 - 1.15	0.40 - 0.60		Cu ≤ 0.3
	17380	10CrMo9-10	0.08 - 0.14	0.50	0.40 - 0.80	0.030	0.025	2.00 - 2.50	0.90 - 1.10		Cu ≤ 0.3
	10305	P235G1TH	≤ 0.17	0.10 - 0.35	0.40 - 0.80	0.040	0.040				

1) Carbon content dependent on thickness. Values are for a thickness of ≤ 16mm.

7.1 | Material data sheets



Chemical composition
(percentage by mass)

Material group	Material no.	Short name	C max.	Si max.	Mn	P max.	S max.	Cr	Mo	Ni	Other elements
Fine-grained structural steel	10562	P355N	0.20	0.50	0.90 - 1.70	0.030	0.025	≤ 0.3	≤ 0.8	≤ 0.5	Al _{ges} ≥ 0.020 (s. DIN EN 10028-3)
	10565	P355NH	0.20	0.50	0.90 - 1.70	0.030	0.025	≤ 0.3	≤ 0.8	≤ 0.5	Cu, N, Nb, Ti, V Nb+Ti+V ≤ 0.12
	10566	P355NL1	0.18	0.50	0.90 - 1.70	0.030	0.020	≤ 0.3	≤ 0.8	≤ 0.5	
	11106	P355NL2	0.18	0.50	0.90 - 1.70	0.025	0.015	≤ 0.3	≤ 0.8	≤ 0.5	
Stainless ferritic steel	14511	X3CrNi17	0.05	1.00	≤ 2.00	0.040	0.015	16.0 - 18.0			Nb: 12 x % C - 1.00
	14512	X2CrTi12	0.03	1.00	≤ 1.00	0.040	0.015	10.5 - 12.5			Ti: 6 x (C+N) - 0.65
Stainless austenitic steel	14301	X5CrNi18-10	0.07	1.00	≤ 2.00	0.045	0.015	17.0 - 19.5		8.00 - 10.50	
	14306	X2CrNi19-11	0.03	1.00	≤ 2.00	0.045	0.015	18.0 - 20.0		10.0 - 12.0	
	14541	X8CrNiTi18-10	0.08	1.00	≤ 2.00	0.045	0.015	17.0 - 19.0		9.0 - 12.0	Ti: 5 x % C - 0.7
	14571	X8CrNiMoTi17-12-2	0.08	1.00	≤ 2.00	0.045	0.015	16.5 - 18.5	2.0 - 2.5	10.5 - 13.5	Ti: 5 x % C - 0.7
	14404	X2CrNiMo17-12-2	0.03	1.00	≤ 2.00	0.045	0.015	16.5 - 18.5	2.0 - 2.5	10.0 - 13.0	N ≤ 0.11
	14435	X2CrNiMo18-14-3	0.03	1.00	≤ 2.00	0.045	0.015	17.0 - 19.0	2.5 - 3.0	12.5 - 15.0	
	14565	X2CrNiMo18-5-4	0.04	1.00	4.50 - 6.50	0.030	0.015	21.0 - 25.0	3.0 - 4.5	15.0 - 18.0	Nb ≤ 0.30, N: 0.04 - 0.15
	14539	X1NiCrMoCu25-20-5	0.02	0.70	≤ 2.00	0.030	0.010	19.0 - 21.0	4.0 - 5.0	24.0 - 26.0	Cu, N: ≤ 0.15
	14529	X2NiCrMoCuN25-20-7	0.02	0.50	≤ 1.00	0.030	0.010	19.0 - 21.0	6.0 - 7.0	24 - 26.0	Cu: 0.5 - 1 N: 0.15 - 0.25

7.1 | Material data sheets

Chemical composition

(percentage by mass)

Material group	Material no.	Short name Trade name	C	Si	Mn	P max.	S max.	Cr	Mo	Ni	Other elements
Austenitic steel of high heat resistance	14948	XSCN18-10	0.04 - 0.08	≤ 1.00	≤ 2.0	0.035	0.015	17.0 - 19.0		8.0 - 11.0	
	14919	XSCN18-17-13	0.04 - 0.08	≤ 0.75	≤ 2.0	0.035	0.015	16.0 - 18.0	2.0 - 2.5	12.0 - 14.0	
Heat resistant steel	14828	X15CNS120-12		≤ 0.20	1.50 - 2.00		≤ 2.0	0.045	0.015	19.0 - 21.0	N: max 0.11
	14876	X10NCA1T132-21 INDEN 10085		≤ 0.12	≤ 1.00	≤ 2.0	0.030	0.015	19.0 - 23.0	30.0 - 34.0	Al: 0.15 - 0.60 Ti: 0.15 - 0.60
Nickel-based alloy	24858	NIC21M6 INCOLOY 825		≤ 0.025	≤ 0.50	≤ 1.0	0.020	0.015	19.5 - 23.5	38.0 - 46.0	Ti, Cu, Al, Co ≤ 1.0
	24816	NIC15F6 INCONEL 600		0.05 - 0.10	≤ 0.50	≤ 1.0	0.020	0.015	14.0 - 17.0	> 72	Ti, Cu, Al
24819	NIM61BC17SW HASTELLOY C-276			≤ 0.01	0.08	≤ 1.0	0.020	0.015	14.5 - 16.5	15.0 - 17.0	Re- V, Co, Cu, Fe
				0.03 - 0.10	≤ 0.50	≤ 0.5	0.020	0.015	20.0 - 23.0	8.0 - 10.0	Ti, Cu, Al Nb/Ta: 3.15 - 4.15 Co ≤ 1.0
24610	NIM61BC17HTI HASTELLOY C4		≤ 0.015	≤ 0.08	≤ 1.0	0.025	0.015	14.0 - 18.0	14.0 - 17.0	Re- Ti, Cu, Co ≤ 2.0	
24350	NICU30Fe MONEL		≤ 0.15	≤ 0.50	≤ 2.0		0.020			> 63	Ti, Al, Co ≤ 1.0 Cu: 28 - 34%
Copper-based alloy	20882	CUIN30Mn1Fe CUNIFER 30	≤ 0.05		0.5 - 1.5		0.050			30.0 - 32.0	Cur Rest, Pb, Zn

7.1 | Material data sheets

Chemical composition

(percentage by mass)

Material group	Material no.	Short name	Cu	Al	Zn	Sn	Pb	Ni	Ti	Ta	Other elements
Copper	CW024A (2.0090)	Cu DHP (SF-Cu)	≥ 99.9								P: 0.015 - 0.04
Copper-tin alloy	CW452K (2.1020)	CuSn 6 Bronze	Rest					≤ 0.2	5.5 - 7.0	≤ 0.2	P: 0.01 - 0.4 Fe ≤ 0.1
Copper-zinc alloy	CW503L 2.0250	CuZn 20	79.0 - 81.0	≤ 0.02	Re- mainder	≤ 0.1	≤ 0.05				
	CW508L (2.0321)	CuZn 37 Brass	62.0 - 64.0	≤ 0.05	Re- mainder	≤ 0.1	≤ 0.10	≤ 0.3			
Wrought aluminum alloy	2.0402	CuZn40Pb2	57.0 - 59.0	≤ 0.10	Re- mainder	≤ 0.3	1.50 - 2.50	≤ 0.4			
	EN AW-5754 (3.3535)	EN AW-AL Mg3	≤ 0.10	Re- mainder	≤ 0.1			≤ 0.15			Si, Mn, Mg
Pure nickel	EN AW-6082 (3.2315)	EN AW-AL Si1MgMn	≤ 0.10	Re- mainder	≤ 0.2			≤ 0.1			Si, Mn, Mg
	2.4068	LC-NI 99	≤ 0.025					≥ 99	≤ 0.1		C ≤ 0.02 Mg ≤ 0.15 S ≤ 0.01 Si ≤ 0.2
Titanium	3.7025	Ti							Re- mainder		N ≤ 0.05 H ≤ 0.013 C ≤ 0.06 Fe ≤ 0.15
Tantalum	-	Ta						≤ 0.01	≤ 0.01	Rem.	

7.1 | Material data sheets

Strength values at elevated temperatures



Material no. to DIN	Type of value	Material strength values in N/mm ²														
		Temperatures in °C														
1.0254	R _{p0.2}	RT ¹⁾	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	700	800	
	R _{p0.2}	235														
1.0256	R _{p0.2}	235														
	R _{p0.2}	220	210	190	170	150	130	110								
1.0427	R _{p0.2}	205	187	161	143	122										
	R _{p0.2}	315	254	226	206	186										
1.0570	R _{p0.2}	240	230	210	185	165	145	125	100	80						
	R _{p0.2}	136	80	(53)												
1.0345	R _{p0.2}	206	190	180	170	150	130	120	110	80	(53)					
	R _{p0.2}	95	49	(30)												
1.0425	R _{p0.2}	234	215	205	195	175	155	140	130	95	49	(30)				
	R _{p0.2}	191	113	(75)												
1.0481	R _{p0.2}	272	260	235	225	205	185	170	165	136	80	(53)				
	R _{p0.2}	167	93	49												
1.5415	R _{p0.2}	275														
	R _{p0.2}	215	200	170	160	150	145	140	145	140						
1.7335	R _{p0.2}	230	220	205	190	180	170	170	170	165	157	(53)				
	R _{p0.2}	191	98	(24)												

7.1 | Material data sheets

Strength values at elevated temperatures



Material no. to DIN	Type of value	Material strength values in N/mm ²														
		Temperatures in °C														
1.7380	R _{p0.2}	RT ¹⁾	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	700	800	
	R _{p0.2}	245	230	220	210	200	190	180	180	180	180	180	180	180	180	
1.0305	R _{p0.2}	235														
	R _{p0.2}	185	165	140	120	110	105	105	105	105	105	105	105	105	105	
1.0565	R _{p0.2}	336	304	284	245	226	216	196	167							
	R _{p0.2}	230	220	205	190	180	165									
1.4512	R _{p0.2}	210	200	195	190	188	180	160								
	R _{p0.2}	157	142	127	118	110	104	98	95	92	90					
1.4301	R _{p0.2}	215	157	142	127	118	110	104	98	95	92	90				
	R _{p0.2}	191	172	157	145	135	129	125	122	120	120					
1.4305	R _{p0.2}	205	147	132	118	108	100	94	89	85	81	80				
	R _{p0.2}	181	162	147	137	127	121	116	112	109	108					
1.4541	R _{p0.2}	205	176	167	157	147	136	130	125	121	119	118				
	R _{p0.2}	208	196	186	177	167	161	156	152	149	147					
1.4571	R _{p0.2}	225	185	177	167	157	145	140	135	131	129	127				
	R _{p0.2}	218	206	196	186	175	169	164	160	158	157					
1.4404	R _{p0.2}	225	166	152	137	127	118	113	108	103	100	98				
	R _{p0.2}	199	181	167	157	145	139	135	130	128	127					
1.4435	R _{p0.2}	225	165	150	137	127	119	113	108	103	100	98				
	R _{p0.2}	200	180	165	153	145	139	135	130	128	127					
1.4565	R _{p0.2}	420	350	310	270	256	240	225	210	210	200					
	R _{p0.2}	460	400	355	310	290	270	255	240	240	230					
1.4539	R _{p0.2}	220	205	190	175	160	145	135	125	115	110	105				
	R _{p0.2}	235	220	205	190	175	165	155	145	140	135					
1.4529	R _{p0.2}	300	230	210	190	180	170	165	160							
	R _{p0.2}	340	270	245	225	215	205	195	190							

1) Room temperature values valid up to 50 °C

7.1 | Material data sheets



Strength values at elevated temperatures

Material no. to DIN	Type of value	Material strength values in N/mm ²														
		Temperatures in °C														
1.4948	R _{p0.2}	RT ¹⁾	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	700	800	900
	R _{p1}		230	157	142	127	117	108	103	98	93	88	83	78		
	R _m		260	191	172	157	147	137	132	127	122	118	113	108		
	R _m		530	440	410	390	385	375	375	375	370	360	330	300		
1.4919	R _{p0.2}		205	177	147				118							
	R _{p1}		245	211	177				147							
	R _m															
	R _m															
1.4828 DIN EN 10096	R _{p0.2}		230	332	318				279							
	R _{p1}		550	653	632				550							
	R _m															
	R _m															
1.4875 DIN EN 10095 Incoloy 80H	R _{p0.2}		170	185	170	160	150	145	130							
	R _{p1}		210	205	190	180	170	165	150							
	R _m		450	425	400				380							
	R _m															
2.4858	R _{p0.2}		235	205	190	180	175	170	165	160	155					
	R _{p1}		265	235	220	205	200	195	190	185	180					
	R _m		550	530	515				490	485						
	R _m		200	180	165				150	145						
2.4816 DIN EN 10095	R _{p0.2}		550	520					485							
	R _{p1}		180	170					150	145						
	R _m		500	480					440	435						
	R _m		180	170					150	145						
R _{p1/10000}																
	R _{p1/100000}															
	R _{m1/1000}															
	R _{m1/10000}															
R _{p1/100000}																
	R _{m1/10000}															
	R _{m1/10000}															
	R _{m1/100000}															

7.1 | Material data sheets



Strength values at elevated temperatures

Material no. to DIN	Type of value	Material strength values in N/mm ²														
		Temperatures in °C														
2.4819	R _{p0.2}	RT	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	700	800	900
	R _{p1}		310	280	240				220		195					
	R _m		330	305	275				215		200					
	R _m		410	350					320		280					
2.4856	R _{p0.2}															
	R _{p1}															
	R _m															
	R _m															
2.4510	R _{p0.2}		305	285					255							
	R _{p1}		340	315					285							
	R _m															
	R _m															
2.4360	R _{p0.2}		175	150	140	135	132	130	130	130	130	(130)				
	R _{p1}		450	420	400	390	385	380	375	370	(360)					
	R _m															
	R _m															
CW35-4H	R _{p1}		140	130	126	123	120	117	112							
	R _{p1/100000}															
	R _{p1/1000000}															
	K/S		93	87	84	82	80	78	75							
2.0882	R _{p1}		85	58	58											
	R _{p1/100000}															
	R _{p1/1000000}															
	K/S		93	87	84	82	80	78	75							
CW024A	R _{p1}		65	58	58											
	R _{p1/100000}															
	R _{p1/1000000}															
	K/S		65	58	58											
2.0090	R _{p1}		220	220	195	170	145									
	R _{p1/100000}															
	R _{p1/1000000}															
	K/S		57	57	50	43	36									
3.3535	R _{p0.2}		80	70												
	R _{p1}															
	R _m															
	R _m															
EN-AM 5754	R _{p0.2}		80	70	45											
	R _{p1}		105	95	90				85		55		50		40	
	R _m		340	290	275				260		240		210		150	
	R _m															
3.7025	R _{p1}		200	180	150	110	90									
	R _{p1/100000}															
	R _m		220	160	150	130	110									
	R _m		200	145	130	120	90									
Titan	R _{p0.2}		140	100	90	80	70									
	R _{p1}		225	200	185	175	160	150								
	R _m		350													
	R _m		200	160	150	140	130									
Tantal	R _{p0.2}		200	160	150	140	130									
	R _{p1}		280	270	260	240	230									
	R _m															
	A _{300kN}		25													

1) Room temperature values valid up to 50 °C

7.1 | Material data sheets

Material designations according to international specifications



Material no. to DIN EN	USA			JAPAN		
	Standard	UNS designation	Semi-finished product applications / title	Standard	Designation	Semi-finished product applications
1.0254	ASTM A 53-01	K02504 A 53	Welded and seamless black-coated and galvanized steel tubes	JIS G 3445 (1988)	STKM 12 A	Tubes
	ASTM A 106-99	K02501 A 106	Seamless tubes of high-temperature unalloyed steel	JIS G 3454 (1988)	STPG 370	Pipes under pressure
1.0255	ASTM A 135-01	K03013 A 135	Electric resistance welded tubes	JIS G 3455 (1988)	STP 400	Welded tubes
	ASTM A 500-01	K03000 A 500	Welded and seamless fittings of cold-formed unalloyed steel	JIS G 3457 (1988)	STPV 400	Pipes subjected to high pressures
1.0050				JIS G 3101 (1995)	SS 490	General structural steels
1.0570	ASTM A 694-00	K03014 A 694	Forgings of unalloyed and alloyed steel for pipe flanges, fittings, valves and other parts for high-pressure drive systems	JIS G 3106 (1989)	SM 490 A	Steels for welded constructions
				JIS G 3106 (1989)	SM 520 B	
1.0345	ASTM A 414-01	K02201 A 414	Sheet of unalloyed steel for pressure tanks	JIS G 3115 (2000)	SPV 450	Heavy plate for pressure vessels
1.0425	ASTM A 414-01	K02505 A 414		JIS G 3118 (2000)	SGV 480	
	ASTM A 414-01	K02704 A 414		JIS G 3118 (2000)	SGV 410	
1.5415	ASTM A 204-99	K12320 A 204	Sheet of molybdenum alloyed steel for pressure tanks	JIS G 3458 (1988)	STPA 12	Tubes
1.7335	ASTM A 387-99	K11789 A 387	Sheet of Cr-Mo alloyed steel for pressure tanks	JIS G 3462 (1988)	STBA 22	Boiler and heat exchanger pipes
	ASTM A 387-99	K21580 22 (22L)		JIS G 4109 (1987)	SCMV 4	Heavy plate for pressure vessels
1.0305	ASTM A 106-99	K02501 A 106	Seamless tubes of high-temperature unalloyed steel	JIS G 3461 (1988)	STB 340	Boiler and heat exchanger pipes

7.1 | Material data sheets

Material designations according to international specifications



Material no. to DIN EN	KOREA			CHINA		
	Standard	Designation	Semi-finished product applications	Standard	Designation	Semi-finished product applications
1.0254	KS D 3583 (1992)	SPW 400	Welded tubes of carbon steel			
1.0255						
1.0038				GBT 700 (1988)	Q 235 B U12355	(unalloyed structural steels)
1.0050	KS D 3503 (1993)	SS 490	General structural steels	GBT 700 (1988)	Q 275 U12752	
1.0570	KS D 3517 (1995)	STKM 16C	Unalloyed steel tubes for general mechanical engineering	GBT 713 (1997)	16MnG L20162	Plate for steam boilers
				GBT 8164 (1993)	16Mn L20166	Srip for welded tubes
1.0345	KS D 3521 (1991)	SPV 450	Heavy plate for pressure vessels for medium application temp.			
1.0425	KS D 3521 (1991)	SPV 315				
1.0481						
1.5415	KS D 3572 (1990)	STHA 12	Tubes for boilers and heat exchangers	GB 5310 (1995)	15MoG A65158	Seamless tubes for pressure vessels
1.7335	KS D 3572 (1990)	STHA 22		YBT 5132 (1993)	12CrMoG A30122	Plate of alloyed structural steels
	KS D 3543 (1991)	SCMV 4	Cr-Mo steel for pressure vessels	GB 5310 (1995)	12Cr2MoG A30138	Seamless tubes for pressure vessels
1.0305						

7.1 | Material data sheets



Material designations according to international specifications

Material no. to DIN EN	USA			JAPAN		
	Standard	UNS designation (ASIS)	Semi-finished product applications / title	Standard	Designation	Semi-finished product applications
1.0562	ASTM A 299-01	K02803 A 299	Plate of C-Mn-Si steel for pressure tanks	JIS G 3106 (1999)	SM 490 A,B,C	Steels for welded con- structions
	ASTM A 714-99	K12609 A 714 (II)	Welded and seamless tubes of high-strength low-alloy steel	JIS G 3444 (1994)	STK 490	Steels for welded con- structions
1.0565	ASTM A 633-01	K12037 A633(D)	Normalized high-strength low-alloy structural steel			
	ASTM A 724-99	K12037 A724(C)	Plate of tempered unalloyed steel for welded pressure tanks of layered construction			
1.0566	ASTM A 573-00	K02701 A 573	Plate of unalloyed structural steel with improved toughness	JIS G 3126 (2000)	SLA 365	Heavy plate for pressure vessels (low temperature)
1.1106	ASTM A 707-02	K12510 A 707 (L3)	Forged flanges of alloyed and unalloyed steel for use in low temperatures	JIS G 3444 (1994)	STK 490	Tubes for general use

7.1 | Material data sheets



Material designations according to international specifications

Material no. to DIN EN	KOREA			CHINA		
	Standard	Designation	Semi-finished product applications / title	Standard	Designation	Semi-finished product applications
1.0562						
1.0565						
1.0566	KS D 3541 (1991)	SLA1 360	Heavy plate for pressure vessels (low temperature)	GB T 714 (2000)	Q420q-D L14204	Steels for bridge construction
1.1106				GB 6654 (1996)	16MnR L20163	Heavy plate for pressure vessels

7.1 | Material data sheets

Material designations according to international specifications



Material no. to DIN EN	USA		JAPAN	
	Standard	UNS designation (AISI)	Standard	Designation
1.4511			JIS G 4305 (1999)	SUS 430LX
		Semi-finished product applications / title		Semi-finished product applications
1.4512	ASTM A 240-02	S40900; A 240 (409)		Cold-rolled sheet, heavy plate and strip
		Sheet and strip of heatproof stainless Cr and Cr-Ni steel for pressure tanks		
1.4301	ASTM A 240-02	S30400; A 240 (304)	JIS G 4305 (1999)	SUS 304
				Cold-rolled sheet, heavy plate and strip
1.4306	ASTM A 240-02	S30403; A 240 (304L)	JIS G 4305 (1999)	SUS 304L
1.4541	ASTM A 240-02	S32100; A 240 (321)	JIS G 4305 (1999)	SUS 321
1.4571	ASTM A 240-02	S31635; A240 (316Ti)	JIS G 4305 (1999)	SUS 316Ti
1.4404	ASTM A 240-02	S31603; A240 (316L)	JIS G 4305 (1999)	SUS 316L
1.4435	ASTM A 240-02	S31603; A240 (316L)	JIS G 4305 (1999)	SUS 316L
1.4565	ASTM A 240-02	S34565; A240		
1.4539	ASTM A 240-02	N08904; A240 (904L)		
1.4529	ASTM B 625-99	N08925; B 625		
		Sheet and strip of low-carbon Ni-Fe-Cr-Mo-Cu alloys		

7.1 | Material data sheets

Material designations according to international specifications



Material no. to DIN EN	KOREA		CHINA	
	Standard	Designation	Standard	Designation
1.4511	KS D 3698 (1992)	STS 430LX		
		Semi-finished product applications		Semi-finished product applications
1.4512			GBT 4238 (1992)	00Cr11Ti; S11168
		Cold-rolled sheet, heavy plate and strip		Hot-rolled sheet of heatproof steel, ferritic and strip
1.4301	KS D 3698 (1992)	STS 304	GBT 3280 (1992)	00Cr18Ni9; S30408
		Cold-rolled sheet, heavy plate and strip		Cold-rolled sheet, heavy plate and strip
1.4306	KS D 3698 (1992)	STS 304L	GBT 3280 (1992)	00Cr19Ni10; S30403
1.4541	KS D 3698 (1992)	STS 321	GBT 3280 (1992)	00Cr18Ni10Ti; S32168
1.4571	KS D 3698 (1992)	STS 316Ti	GBT 3280 (1992)	00Cr18Ni12Mo2Cu2; S31688
1.4404	KS D 3698 (1992)	STS 316L	GBT 4239 (1991)	00Cr17Ni14Mo2; S31603
1.4435	KS D 3698 (1992)	STS 316L	GBT 3280 (1992)	00Cr17Ni14Mo2; S31603
1.4565				
1.4539				
1.4529	KS D 3698 (1992)	STS 317JBL		
		Cold-rolled sheet, heavy plate and strip		

7.1 | Material data sheets



Material designations according to international specifications

Material no. to DIN/EN	Standard	USA		JAPAN		
		UNS designation (ASIS)	Semi-finished product applications / title	Standard	Designation	Semi-finished product applications
1.4948	ASTM A 240-02	S30409 A240 (304H)	Sheet and strip of heatproof stainless Cr and Cr-Ni steel for pressure tanks			
1.4919	ASTM A 240-02	S31609 A240 (316H)				
1.4968	ASTM A 240-02	N 08810 A 240				
1.4828	ASTM A 167-99	S30900 A 167 (309)	Sheet and strip of stainless heatproof Cr-Ni steel	JIS G 4312 (1991)	SUH 309	Heatproof sheet and heavy plate
1.4876	ASTM A 240-02	N 08800 A 240	Sheet and strip of stainless heatproof Cr and Cr-Ni steel for pressure tanks	JIS G 4902 (1991)	NCF 800	Special alloy in sheet form
2.4858	ASTM B 424-98	N 08825 B 424	Sheet and strip of low-carbon Ni-Fe-Cr-Mo-Cu alloys (UNS N08825 and N08221)	JIS G 4902 (1991)	NCF 825	
2.4816	ASTM B 168-98	N 06600 B 168	Sheet and strip of low-carbon Ni-Cr-Fe and Ni-Cr-Co-Mo alloys (UNS N06600 and N06890)			
2.4819	ASTM B 575-99	N 10276 B 575	Sheet and strip of low-carbon Ni-Mo-Cr alloys			
2.4856	ASTM B 443-99	N 06625 B 443	Sheet and strip of Ni-Cr-Mo-Ni alloy (UNS N06625)	JIS G 4902 (1991)	NCF 625	Special alloy in sheet form
2.4610	ASTM B 575-99	N 06455 B 575	Sheet and strip of low-carbon Ni-Mo-Cr alloys			
2.4360	ASTM B 127-98	N 04400 B 127	Sheet and strip of Ni-Cu alloy (UNS N04400)			

7.1 | Material data sheets



Material designations according to international specifications

Material no. to DIN/EN	Standard	KOREA		CHINA		
		Designation	Semi-finished product applications	Standard	Designation	Semi-finished product applications
1.4948						
1.4919						
1.4968						
1.4828	KS D 3732 (1993)	STR 309	Heatproof sheet and heavy plate	GBT 1221 (1992)	1Cr20Ni14Si2; S38210	Heatproof steels, austenitic
1.4876	KS D 3532 (1992)	NCF 800	Special alloys in sheet and heavy plate form	GBT 15007 (1994)	NS 111; H01110	Stainless alloys
2.4858	KS D 3532 (1992)	NCF 825		GBT 15007 (1994)	NS 142; H01420	
2.4816				GBT 15007 (1994)	NS 312; H03120	
2.4819				GBT 15007 (1994)	NS 333; H03330	
2.4856	KS D 3532 (1992)	NCF 625	Special alloys in sheet and heavy plate form	GBT 15007 (1994)	NS 336; H03360	
2.4610				GBT 15007 (1994)	NS 335; H03350	
2.4360						

7.1 | Material data sheets

HYDRA

Permissible operating pressures and temperatures for threaded fittings in malleable cast iron

Threaded fasteners of malleable cast iron are applicable up to the operating pressures indicated in the table below, depending on type of fluid and operating temperature.

permissible operating pressure for the fluids					
DN	d inch	water and gas up to max. 120 °C	gases and steam up to max. 150 °C	gases and steam up to 300 °C	oils up to 200 °C
nipples, flat sealing threaded fasteners					
6-50	¼ - 2	65 bar	50 bar	40 bar	35 bar
conically sealing threaded fasteners					
6-32	¼ - 1 ¼	65 bar	50 bar	40 bar	35 bar
40	1 ½	65 bar	50 bar	40 bar	30 bar
50	2	55 bar	40 bar	32 bar	24 bar

Sealing is to be carried out with special care. The sealing materials are to be selected according to the operating conditions. Only approved sealing materials must be applied for sealing of threaded fasteners in drinking water and gas insulations.

Only high-quality threads are appropriate for high operating requirements.