



Jade Heinvuo

Lauhteenpoistinten vaikutus energiatehokkuuteen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

Insinöörityö

19.3.2025

Tiivistelmä

Tekijä(t):	Jade Heinvoio
Otsikko:	Lauhteenpoistinten vaikutus energiatehokkuuteen
Sivumäärä:	26 sivua
Aika:	19.3.2025
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Energia- ja ympäristötekniikka
Suuntautumisvaihtoehto:	Energiantuotantomenetelmät
Ohjaaja(t):	Lehtori Tomi Hämäläinen Myyntipäällikkö Jouni Vainio

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on Spirax Oy. Opinnäytetyössä tutkittiin lauhteenpoistimia ja niiden ominaisuuksia, sekä niiden taloudellisia ja ympäristöön kohdistuvia vaikutuksia.

Työssä hyödynnettiin verkkomateriaaleja ja yrityksen sisäisiä materiaaleja. Opinnäytetyö tehtiin kirjallisuustutkimuksena.

Opinnäytetyössä tutustuttiin syvällisesti mitä on lauhteenpoisto ja miksi se on välttämätöntä suorittaa oikein. Tutkittiin lauhteenpoistimen rakennetta ja malleja, säännöllisen huollon tärkeyttä, oikeanlaisen lauhteenpoistimen valitsemisen vaikeutta ja mitä kaikkea pitää ottaa huomioon mitoituksessa. Lopulta miksi lauhteenpoistimiin investoiminen on tärkeää energian, taloudellisen ja ympäristön näkökulmasta.

Lauhteenpoistojärjestelmien jatkuva tarkkailu ja proaktiivinen huolto tuo yrityksille erittäin suuren kilpailuedun ja taloudellisia säästöjä.

Avainsanat: lauhteenpoisto, energiatehokkuus

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author(s): Jade Heinvoio
Title: Impact of steam traps on energy efficiency
Number of Pages: 26 pages
Date: 19 March 2025

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Energy and Environmental Technology
Specialisation option: Energy Production Technologies
Instructor(s): Tomi Hämäläinen, Senior Lecturer
Jouni Vainio, Sales Manager

The commissioning company for this thesis is Spirax Oy. The purpose of this thesis was to study steam traps, their characteristics, and their economic and environmental impacts.

The thesis was conducted as a literature review, in which both online materials and internal company resources were studied.

The thesis explores in depth what condensate removal is and why it is essential to perform it correctly. In addition, it also studies the structure and types of steam traps, the importance of regular maintenance, the challenges of selecting the right steam trap, and the factors to consider in sizing. Ultimately, the thesis examines why investing in steam traps is crucial from an energy, economic and environmental perspective.

The conclusion reached was that continuous monitoring and proactive maintenance of condensate removal systems provide companies with a significant competitive advantage and cost savings.

Keywords: condensate removal, energy efficiency

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Lauhteen- ja ilmanpoisto	2
2.1	Lauhteenpoisto	2
2.2	Ilmanpoisto	4
2.3	Syöttöveden laatu	7
2.4	Vesi-isku	7
3	Lauhteenpoistimet	8
3.1	Rakenne ja toiminta	8
3.1.1	Termodynaamiset lauhteenpoistimet	9
3.1.2	Termostaattiset lauhteenpoistimet	10
3.1.3	Mekaaniset lauhteenpoistimet	13
3.2	Lauhteenpoistinten huolto	14
4	Lauhteenpoistimen valinta	15
4.1	Lauhteenpoistimen mitoitus	19
4.2	Käynnistyskuorma	21
4.3	Jatkuva lämpötilan säätö ja maksimikäyttöpaine	22
5	Lauhteenpoistimiin investoimisen tärkeys	22
5.1	Energian kulutus ja taloudelliset vaikutukset	22
5.2	Vaikutus ympäristön näkökulmasta	23
6	Yhteenveto	24
	Lähteet	26

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä paneudutaan lauhteenpoistoon, erityisesti lauhteenpoistimiin ja niiden vaikutukseen energiatehokkuuteen. Opinnäytetyössä käydään läpi, miksi lauhteenpoisto on tärkeää ja millä tavalla se pitää toteuttaa oikeaoppisesti. Syvennytään erilaisiin lauhteenpoistintyyppeihin ja niiden ominaisuuksiin. Erilaiset prosessit ja ympäristöt vaativat oikean tyyppiset lauhteenpoistimet, valinta on yleensä haasteellista.

Lauhteenpoistimista voi myös aiheutua paljon energiahukkaa ja taloudellisia tappioita. Tämän takia tehokas ja järjestelmällinen lauhteenpoistinten kunnossapitojärjestelmä on tärkeä kilpailuetu yrityksille. Tämä on usein laiminlyöty, jolloin myötä yritykselle tulee suuria taloudellisia kustannuksia höyryhäviöistä. Näistä häviöistä ei tiedetä ennen kunnollista lauhteenpoistinkartoitusta ja seuranta.

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on Spirax Oy. Spirax on edelläkävijä prosessihöyryn hyödyntämisessä. Spiraxin asiantuntijat kehittävät ja nostavat höyryjärjestelmien energiatehokkuutta kaikkialla maailmassa. Spirax on perustettu vuonna 1888 Englannissa, ja toimii nykyään globaalisti usealla alalla. Suomessa Spirax keskittyy kehittämään höyryprosesseja muun muassa panimo- ja tislamoteollisuudessa, elintarvike- ja juomateollisuudessa, öljyn- ja kaasuntuotantoteollisuudessa, paperin ja sellun valmistusteollisuudessa, sokerin valmistusteollisuudessa, sairaaloissa ja lääketeollisuuden aloilla. [1.]

Spiraxin liiketoiminnan johtoajatuksena on kestävä kehitys. Tuotantoprosesseissa tapahtuu merkittäviä päästöjä, joita voidaan vähentää kestävillä ratkaisuilla ja energiaa säästävillä järjestelmillä. Energiasäästöt höyryjärjestelmissä ovat keskeinen tekijä kestävyuden edistämässä ja prosessien optimoinnissa. [1.]

2 Lauhteen- ja ilmanpoisto

2.1 Lauhteenpoisto

Lauhteenpoisto on höyryjärjestelmän kulmakivi. Mikään höyryjärjestelmä ei ole toimiva ilman kunnollista lauhteenpoistoa. Lauhteenpoiston tärkein tehtävä on poistaa höyryjärjestelmästä lauhde, ilma ja muut kaasut ilman, että höyry karkaa prosessista. Onnistunut lauhteenpoisto varmistaa sen, että tuotettu höyry on lopputulokseltaan mahdollisimman kuivaa. Oikeaoppisella lauhteenpoistolla vaikutetaan koko tuotannon laatuun, tehokkuuteen ja energiatalouteen. [2.]

Jos lauhdetta ei poisteta prosessista, se aiheuttaa suuria ongelmia, kuten korroosiota, eroosiota ja vesi-iskuja. Ilman lauhteenpoistoa höyrystä tulee kosteaa, se vähentää höyryn lämmönsiirtokykyä. Lauhteen kertyminen putkeen aiheuttaa putken poikkipinta-alan pienenemisen, ja höyryn nopeus tämän myötä ylittää suositellut rajat. [2.]

Toimiva käytäntö on mitoittaa putkisto optimaaliseen lauhteenpoistoon asentamalla pääputki kaltevuuteen, joka on "1:100" eli 1 metrin lasku 100 metrin matkalla virtaussuuntaa myöten. Kuva 1 havainnollistaa, kuinka tällä menetelmällä varmistetaan, että lauhde pääsee virtaamaan seuraavaan lauhdetaskuun, josta lauhteenpoisto poistaa muodostuneen lauhteen lauhdeputkistoon. [3.]

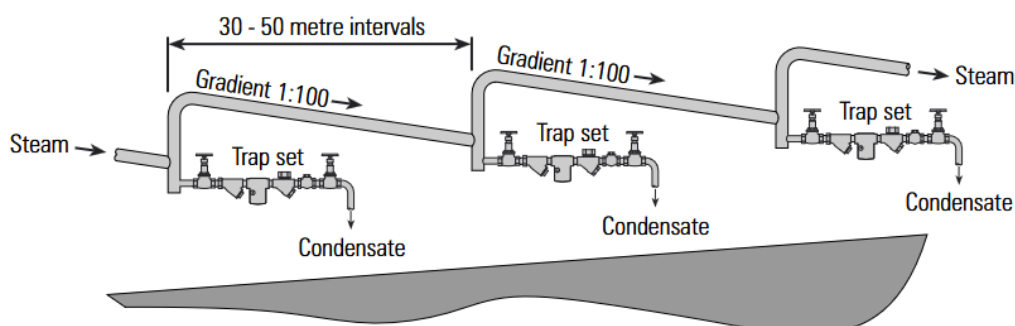


Fig. 10.3.1 Typical steam main installation

Kuva 1 Pääputken tyypillinen asennus optimaaliseen lauhteenpoistoon.[3.]

Lauhteenpoistopisteen suunnittelussa tulee kiinnittää erityistä huomiota, että lauhde pääsee poistimelle asti. Tämän vuoksi pääputki asennetaan kaltevasti, jotta painovoima varmistaa lauhteen kulkeutumisen matalaan kohtaan, johon lauhteenpoistin tulee asentaa. Kuvassa 2 on oikein mitoitettu lauhteenpoisto ja vesitasku. [3.]

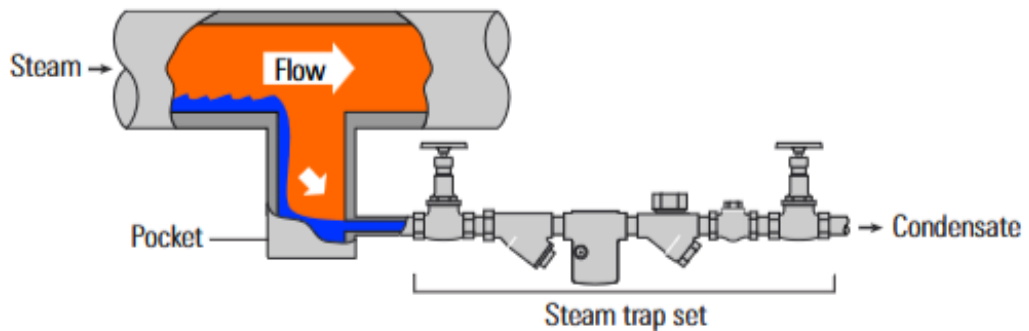
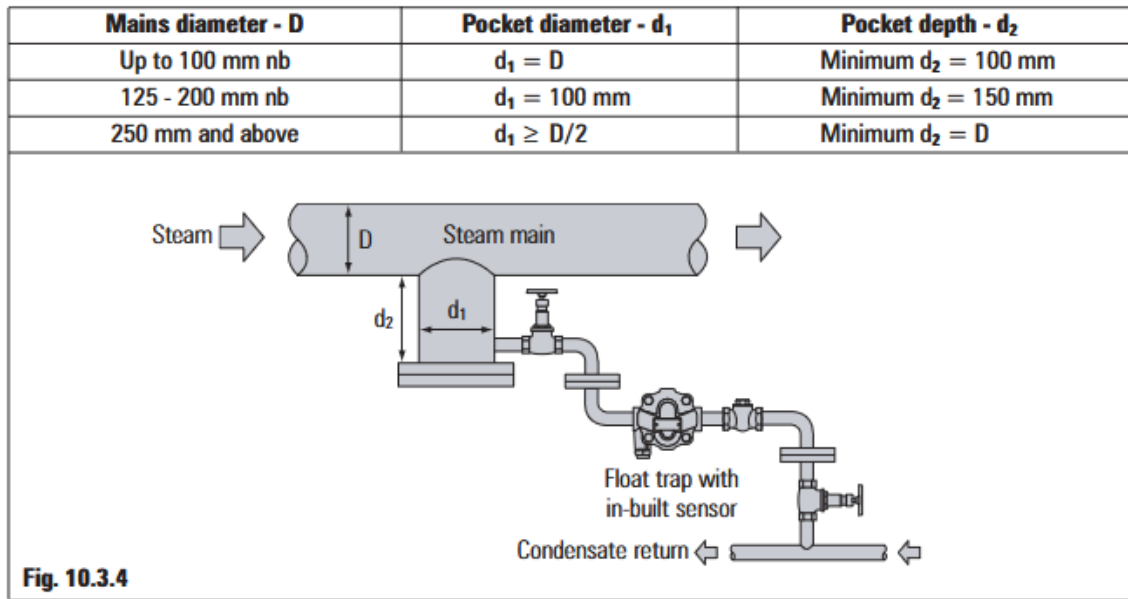


Fig. 10.3.3 Trap pocket properly sized

Kuva 2 Oikeaoppisesti mitoitettu lauhdetasku. [3.]

Poistopisteitä suositellaan 30–50 metrin välein, sekä nousevien putkien alaosaan. Lauhteenpoistolinjan vesitasku tulisi mitoittaa sopivaksi linjaston putkikoon mukaisesti (kuva 3). Jos vesitasku on mitoitettu liian pieneksi, se on tehoton. Liian pieneksi mitoitettu vesitasku voi aiheuttaa eroosiota, likaantumista, magnetiitin muodostumista ja sakan kerääntymistä putkistoon. Vesitaskun pohjan ja lauhteenpoistoputken välille pitää jättää vähintään 25–30 mm ja suurimmissa linjoissa 50 mm tilaa, jotta lika ja sakka voivat asettua taskun pohjalle. Vesitaskun pohjalle kannattaa asentaa tyhjennysventtiili. Sen avulla lika voidaan tyhjentää aika ajoin. [3.]



Kuva 3 Suositeltu lauhteenpoistoputkiston ja vesitaskun mitoitus. [3.]

2.2 Ilmanpoisto

Prosessin käynnistyessä putkisto on täynnä ilmaa. Ilma poistetaan käynnistettäessä prosessista ilmanpoistiventtiilien tai ilmaa poistavien lauhteenpoistimien kautta. Höyryprosessissa ilman määrän tulisi olla erittäin pieni, alle 2 % suhteessa höyryn määrään. [3.]

Höyryn tiivistyessä esimerkiksi suljettaessa höyryjärjestelmää syntyy alipaine, jonka seurauksena ilmaa saattaa kerääntyä putkistoon. Ilmanpoisto on tärkeää, koska seurauksena huonosta ilmanpoistosta on pidentynyt lämmitysaika ja laitoksen tehokkuuden ja prosessin suorituskyvyn heikkeneminen. [3.]

Kertynyt ilma putkistossa vaikuttaa järjestelmän lämpötilaan ja paineeseen. Painemittarit eivät tule näyttämään oikeaa painetta, jos ilmaa ei saada poistettua, koska höyryn ja ilman seoksen todellinen lämpötila ja paine ovat alhaisemmat. Jos putkistossa on ilmaa käytännössä, tämä tarkoittaa sitä, että vesihöyryn osapaine on matalampi, koska paine muodostuu putkistossa esiintyvien kaasujen osapaineiden summasta. [3.]

Ilman vaikutus lämmönsiirtoon on suuri, siksi että ilma on hyvä eriste. Yhden millimetrin paksuinen ilmakerros vastaa 15 mm paksuista kuparikerrosta lämmönjohtavuudeltaan. Näin ollen ilman poistaminen on todella tärkeää. [3.]

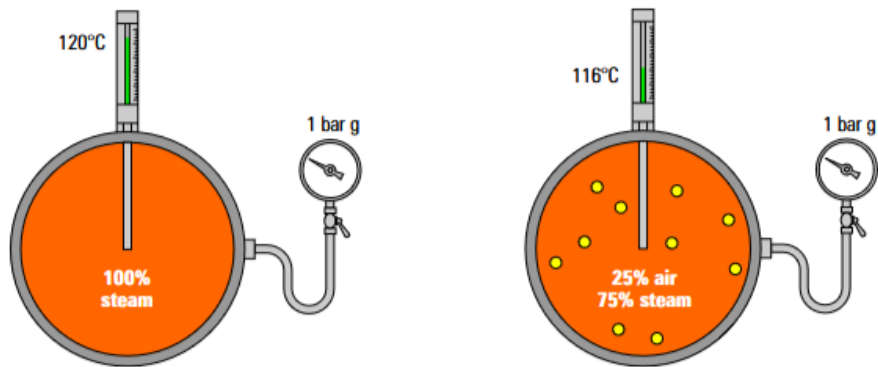


Fig. 11.12.2 Effect of air on steam temperature

Kuva 4 Ilman vaikutus höyryn lämpötilaan ja osapaineeseen. [3.]

Putkistoon tulisi asentaa automaattisia ilmanpoistoventtiilejä, ja ne tulisi sijoittaa putkiston yläpintaan ja höyrylinjojen loppuun, kuten kuvassa 5. [3.]

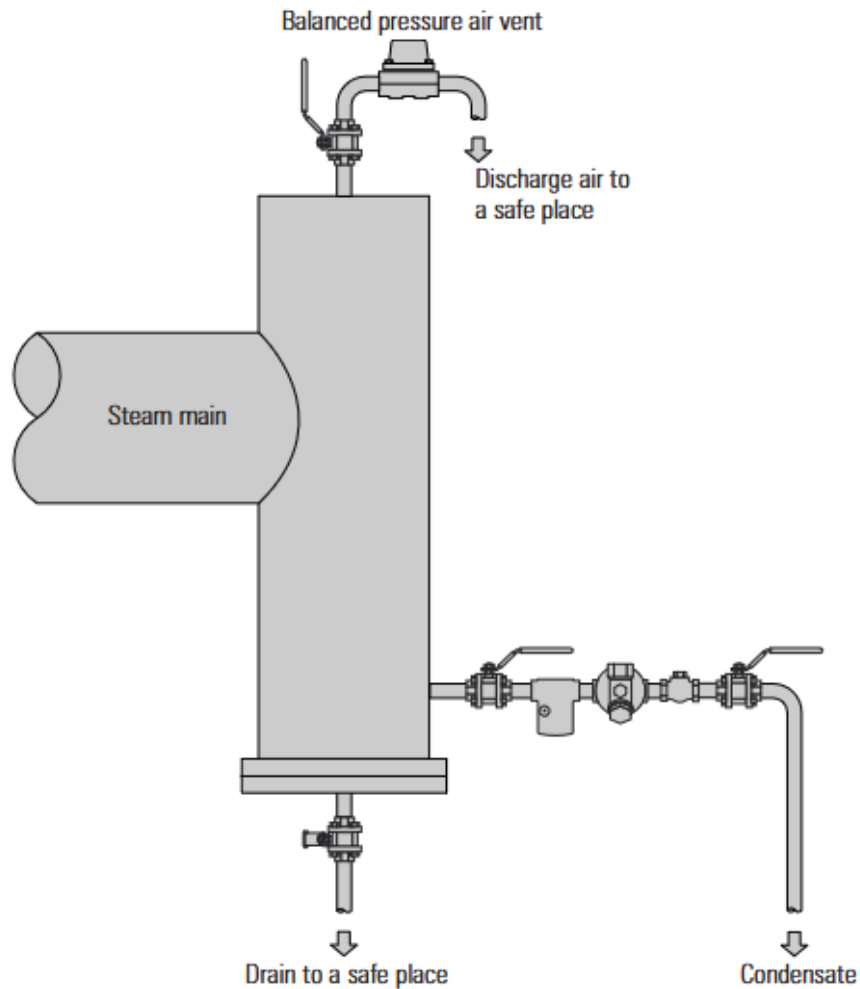


Fig. 10.5.1 Draining and venting at the end of a steam main

Kuva 5 Oikeaoppinen ilman- ja lauhteenpoistojärjestelmä. [3.]

Ilmanpoistimia tulisi asentaa lauhteenpoistimien rinnalle, mikäli ilma ei pääse lauhteenpoistimelle. Sillä taataan järjestelmän täydellinen toiminta ja tehokkuus. Useimmat lauhteenpoistintyypit kuitenkin poistavat ilmaa putkistoista tehokkaasti. [3.]

2.3 Syöttöveden laatu

Jos syöttöveden laatu ei ole kunnossa se aiheuttaa korroosiota. Veden laatua määritellään esimerkiksi johtokyvyllä. Tämä arvo on suoraan verrannollinen vedessä olevien ionien, suolojen, happojen ja emästen pitoisuuteen. Johtokyky ilmoitetaan yleensä yksikkönä mikrosiemensiä senttimetriä kohden ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Arvoon vaikuttaa veden lämpötilan muutokset, minkä takia arvoa tulisi seurata säännöllisesti, jotta haitat tunnistetaan ajoissa. Jos veden johtokyky ylittää yli 840 ($\mu\text{S}/\text{cm}$), vettä nimitetään kovaksi vedeksi. [4.]

Höyrykattilan kattilavesi säädetään tyypillisesti alueelle 2 000–4 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Tällä varmistetaan kontrolloitu kiehumistapahtuma ja kattilaveden vaahtoaminen. Puhdashöyryratkaisuissa käytetään tislattua tai käänteisosmoosilla puhdistettua syöttövettä, jolloin puhdashöyrykehittimessä höyrystyvän veden johtokykyksi säädetään yleensä noin 10–100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. On hyvin tärkeää, että kiehuvan kattilaveden johtokyky säädetään automatiikalla, jotta kattilavettä ei pääse siirtymään höyryputkistoon kattilasta. Kattilasta höyryputkistoon päässyt kattilavesi aiheuttaa korroosiota ja sakkautumia tuotantolaitteisiin, putkistoon, venttiileihin ja lauhteenpoistimiin. [4.]

2.4 Vesi-isku

Vesi-isku voi tapahtua, jos lauhdetta ei poisteta höyryputkistosta. Vesi-isku tapahtuu, kun lauhtuneen veden tai höyryn virtausnopeus muuttuu putkistossa äkillisesti. Vesi-isku aiheuttaa varsin äänekkään paukkeen putkistoon, mutta äänen lähteen paikantaminen ja putken sisäisten tapahtumien hahmottaminen on kuitenkin haasteellista. Syitä, miksi vesi-iskuja tapahtuu, ovat muun muassa väärin suunniteltu putkisto, joka täyttyy vedellä, väärin mitoitetut lauhteenpoistimet tai niiden puute tai prosessin käynnistys liian nopeasti. Kuvassa 6 nähdään, kun vesi-isku muodostuu höyryputkessa. [5.]

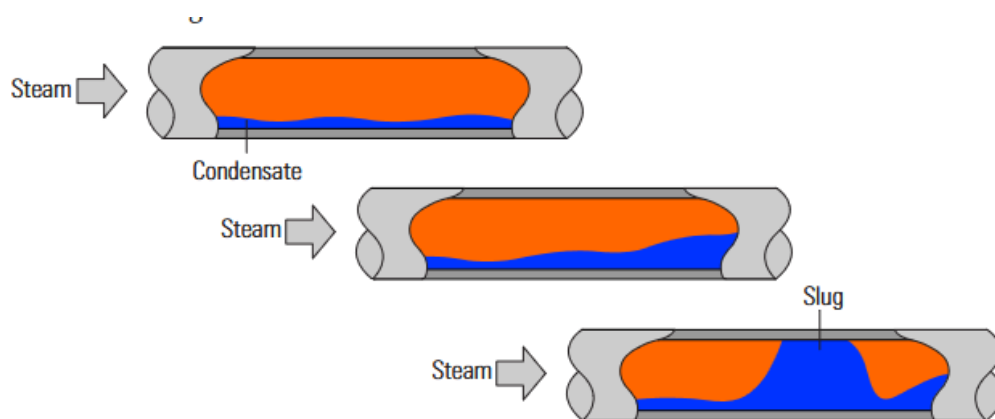


Fig. 10.3.5 Formation of a 'solid' slug of water

Kuva 6 Vesi-iskun muodostuminen putkistossa. [3.]

3 Lauhteenpoistimet

3.1 Rakenne ja toiminta

Lauhteenpoistinmalleja on useita. Kansainvälisen standardin ISO 6704:1982 mukaan ne voidaan jakaa kolmeen ryhmään. Lauhteenpoistinmalleja ovat termostaattiset, termodynaamiset, ja mekaaniset lauhteenpoistimet. Jokaiseen prosessiin tulee valita tarkoituksenmukainen lauhteenpoistin. Jos valinta osuu väärin, aiheutuu prosessiin ongelmia eikä lauhdetta saa poistettua putkistosta. [2.]

Lauhteenpoistimet toimivat erilaisilla painealueilla tyhjiöstä yli sadan baariin paineeseen. Useimpiin olosuhteisiin on olemassa tarkoitukseen sopiva poistin. [2.]

Huomioitavia vaikuttavia tekijöitä lauhteenpoistimen valinnassa on paljon, kuten esimerkiksi tarvittava ilmanpoisto. Kun prosessi käynnistetään, putket ovat täynnä ilmaa. Jos sitä ei saa pois, se heikentää lämmönsiirtoa ja pidentää lämpenemis-aikaa. Tämä johtaa laitoksen tehokkuuden laskuun. Ilma pitää poistaa mahdollisimman nopeasti, jotta se ei sekoitu höyryn kanssa. Jos sekoitus tapahtuu ilma ja höyry erottuvat höyryn kondensoituessa ja ilman jäädessä kaasumuotoon. [2.]

Tällaisen tapaukseen termostaattiset lauhteenpoistimet ovat parhaimmassa asemassa muihin poistimiin verrattuna. Nämä lauhteenpoistimet ovat auki prosessin käynnistyksen yhteydessä. [2.]

Lauhteenpoistimen valinnassa on huomioitava seuraavat prosessin parametrit: höyryn ja kondensaation enimmäispaineet ja käyttöpaineet, lämpötilat ja virtausnopeus ja se, onko prosessilämpötila säädelty. [3.]

Lauhteenpoistimen käyttöikä ja luotettavuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat lika putkistossa, vesi-iskut ja syöttöveden laatu. [3.]

3.1.1 Termodynaamiset lauhteenpoistimet

Termodynaaminen lauhteenpoistin toimii nesteen virtausdynaamisten muutosten perusteella. Lauhteenpoistin toimivat hyödyntämällä kineettisen energian eroa suuren nopeuden höyryn ja hitaasti liikkuvan lauhteen välillä. Poistimessa on vain yksi liikkuva osa, joka on kuin levy. Käynnistäessä paine nostaa kiekon ylös, jolloin viileä lauhde ja ilma poistuvat. Kun lauhteenpoistimeen virtaa lähellä kylläistä lämpötilaa olevaa lauhdetta, osa lauhteesta höyrystyy johtuen nopeuden kasvusta ja syntynyt paisuntahöyry sulkee lauhteenpoistimen. [3.]

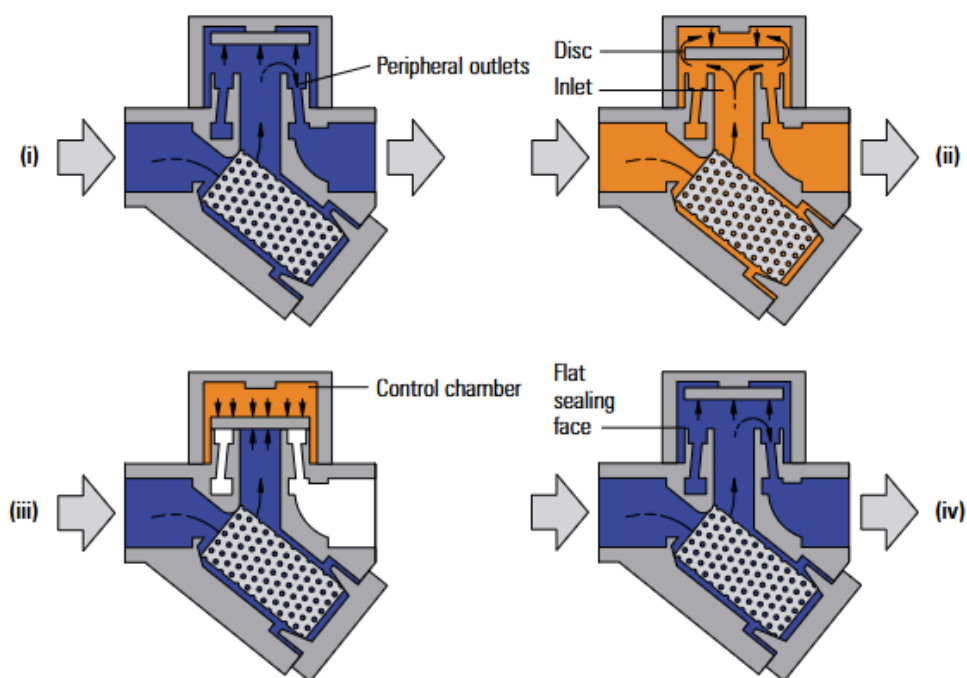


Fig. 11.4.1 Operation of a thermodynamic steam trap

Kuva 7 Termodynaaminen lauhteenpoistin. [3.]

Hyviä puolia termodynaamisessa lauhteenpoistimessa on niiden toimivuus eri painealueilla ilman tarvetta sisäosien vaihtamiselle. Kooltaan ne ovat kompakteja, kevyitä ja yksinkertaisia. Lauhteenpoistimella ei ole jäätymisvaaraa ja sen voi asentaa mihin tahansa asentoon. Ne poistavat lauhdetta kokoonsa nähden loistavasti. Levy on ainoa liikkuva osa, siksi huolto on helppo suorittaa ilman lauhteenpoistimen poistamista linjastosta. Lauhteenpoistin kestää myös hyvin vesi-iskuja, tulistettua höyryä, tärinää ja korroosiota. Nykyaikaisissa versioissa on sisäänrakennettu ilmanpoistin. Termodynaaminen lauhteenpoistin toimii epätarkasti alhaisilla paine-eroilla. [3.]

3.1.2 Termostaattiset lauhteenpoistimet

Termostaattinen lauhteenpoistin toimii lämpötilamuutoksen perusteella. Höyry vapauttaa energiaa putkessa, jolloin syntyy kuumaa lauhdetta. Kun lauhde on tarpeeksi jäähtynyt, lauhteenpoistin havaitsee sen ja avautuu päästään jäähtyneen lauhteen jatkamaan matkaa eteenpäin. Kun höyry saavuttaa venttiilin,

lämpötila nousee ja poistin sulkeutuu. Kun jäähtyminen tapahtuu uudestaan, sama sykli toistuu. [3.]

Termostaattisia lauhteenpoistin malleja on muutamanlaisia. Suosituimpia ovat nestetäyte lauhteenpoistin, terminen kapselilauhteenpoistin ja bimetalli-poistin. [3.]

Termostaattinen nestetäytelauhteenpoistin poistaa lauhteen 60°C asteesta 100 °C asteeseen saakka. Tämän lauhteenpoistinmallin etu on mahdollisuus säätää poistin päästämään lauhdetta matalissa lämpötiloissa. Tämän avulla onnistuu ns. kylmäpoistotekniikka. Kylmänä tämä venttiili on täysin auki, mikä tarjoaa parhaan ilmanpoiston, ja käynnistyksessä saadaan poistettua maksimikapasiteetti lauhdetta. Tätä lauhteenpoistinta käytetään tyhjenny- ja käynnistysventtiilinä sekä jäätymis- suojana. Termostaattiset lauhteenpoistimet omaavat hyvän ilmapoistotehon ilman jäätymisvaaraa. Ne kestävät vesi-iskuja, tulistettua höyryä, tärinää ja sykkivää höyrynpaineen vaihtelua. Kuvassa 8 on termostaattinen nestetäyte lauhteenpoistin. [3.]

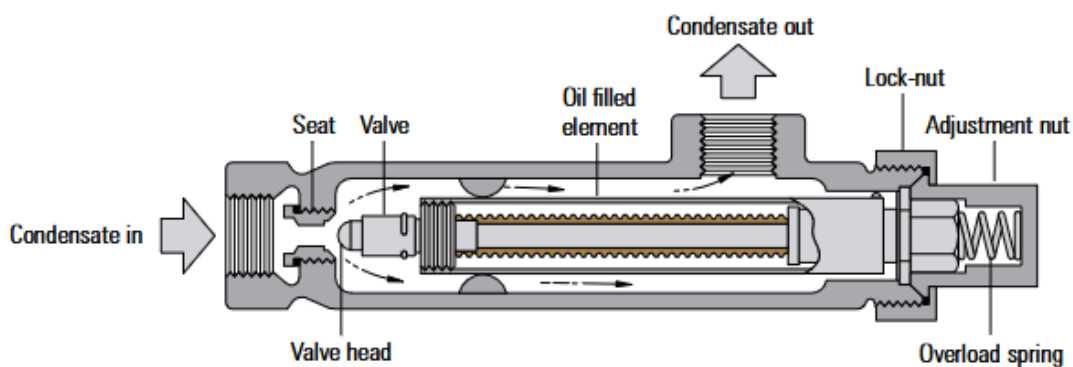


Fig. 11.2.1 Liquid expansion steam trap

Kuva 8 Termostaattinen nestetäyte lauhteenpoistin. [3.]

Terminen kapselilauhteenpoistin toimii ympäröivän höyryn lämmön perusteella. Operoiva elementti on sisällä oleva kapseli, jonka sisällä on seos. Seos on osittain vettä, ja sen kiehumispiste on matalampi kuin veden. Tämäkin poistin on

kylmänä auki ja päästää lauhteen lävitse. Kun höyryä alkaa tullemaan poistimeen kapseli laajenee, ja tämän myötä kulkuaukko sulkeutuu. [3.]

Hyötyjä termisellä kapselilauhteenpoistimella on sen pieni koko ja keveys. Sillä saadaan poistettua suuria määriä lauhdetta sen koosta huolimatta. Tässäkin poistimessa hyödyllistä on, että prosessin käynnistyessä se on täysin auki, mikä mahdollistaa hyvin ilmanpoiston ja maksimikapasiteetin lauhteenpoiston. Tämä poistin ei jäädy herkästi ja sen huoltaminen on helppoa. Poistinta ei tarvitse irrottaa linjastosta huollon ajaksi, vaan kaikki osat ovat minuuteissa vaihdettavissa, vaikka se on linjassa kiinni. Rajoituksena on, että terminen kapselilauhteenpoistin alijäähdyttää lauhdetta eteensä jonkin verran. Kuvassa 9 on kapselilauhteenpoistin. [3.]

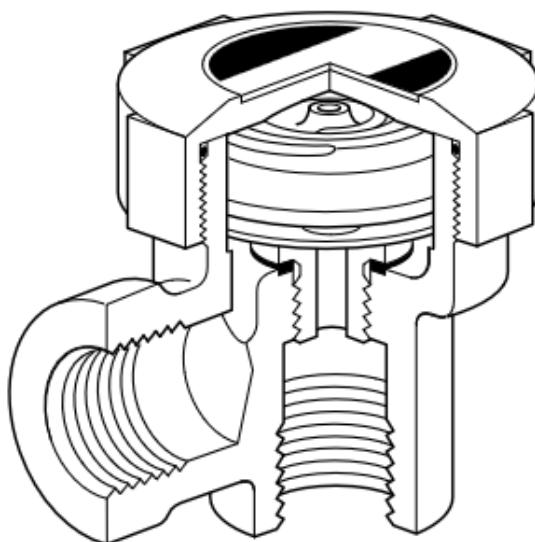


Fig. 11.2.4 Balanced pressure steam trap with replaceable capsule

Kuva 9 Terminen kapselilauhteenpoistin. [3.]

Bi-metallisten lauhteenpoistinten toiminta on yksinkertaista. Bi-metalli on materiaali, jossa on kaksi eri metallia, ja ne on yhdistetty toisiinsa kerroksittain. Näillä metalleilla on erilaiset lämpölaajenemiskertoimet. Kylmänä poistin siis päästää lauhteen läpi, ja kun höyry virtaa poistimeen, bi-metallililiuskat laajenevat sulkien linjan. [3.]

Bi-metallisten poistimen hyötyihin kuuluu pienehkö koko, mutta silti vankka teräksinen rakenne. Suuri kapasiteetti poistaa lauhdetta, ja poistin on prosessin käynnistyessä auki. Tämä mahdollistaa tehokkaan ilmapoiston ja maksimikapasiteettisen lauhteenpoiston. Poistin on kestävä veden vesiskuja vastaan ja kestää myös korkeita paineita ja korroosiota. [3.]

Rajoituksia bi-metallisissa poistimissa on hidaskäynnistyminen kuorman tai paineen muutoksiin sekä suuri alijäähdytys. Ne ovat myös alttiita tukkeutumiselle putkistoissa olevan lian myötä. Kuvassa 10 on bi-metallipoistin auki ja suljettuna. [3.]

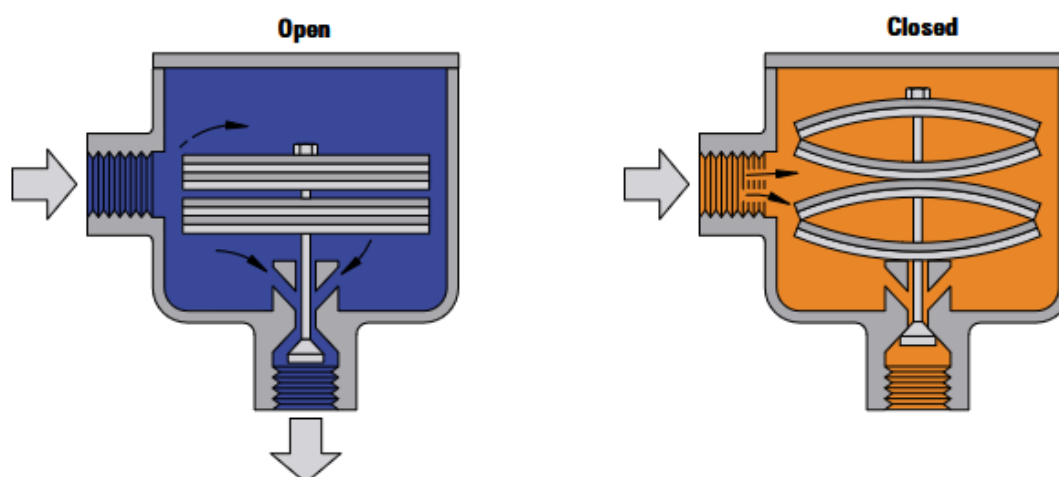


Fig. 11.2.10 Operation of a bimetal steam trap with two leaf element

Kuva 10 Bi-metallinen lauhteenpoistin. [3.]

3.1.3 Mekaaniset lauhteenpoistimet

Mekaaniset lauhteenpoistimet eivät jäähdytä lauhdetta vaan poistavat sen heti systeemistä. Tämä perustuu höyryn ja lauhteen tiheyseroon, jonka lauhteenpoistin havaitsee. Yleensä mekaaniset lauhteenpoistimet ovat uimurilla toimivia poistimia, joiden uimuri kelluu lauhteen päällä ja mittaa sen pinnan korkeutta. Uimuri nousee lauhteen kerääntyessä poistimeen, lopulta avaten poistimen päästäen tiheämmän lauhteen läpi. [2.]

Uimurilauhteenpoistimessa hyötyjä ovat, sen ominaisuus poistaa lauhde höyrynlämpöisenä. Tämä sopii prosesseihin, joissa lämmönsiirronopeus on suuri lämmityspinta-alaan nähden. Se käsittelee hyvin sekä suuria että pieniä määriä lauhdetta eikä ole herkkä äkillisille virtausnopeusmuutoksille. [3.]

Rajoituksia uimurilauhteenpoistimessa on sen alttius jäätymiselle. Se tulisi eristää hyvin. Eri sisäosia tarvitaan toimimaan eri painealueille, Poistin, joka on suunniteltu toimimaan korkeammilla paine-eroilla, sisältää pienemmät aukot uimurissa kelluvuuden tasapainottamiseksi. Jos kyseinen poistin joutuu korkeammalle paine-erolle, mihin se on tarkoitettu, se sulkeutuu eikä tule päästämään lauhdetta lävitseen. [3.]

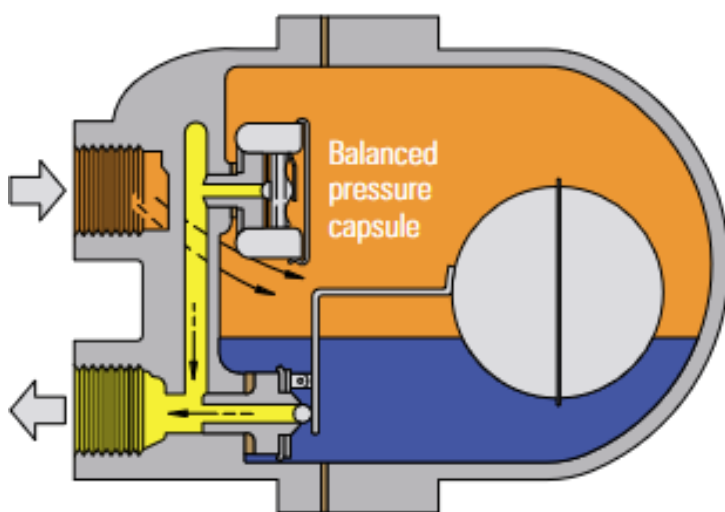


Fig. 11.3.2 Float trap with thermostatic air vent

Kuva 11 Uimurilla toimiva mekaaninen lauhteenpoistin. [3.]

3.2 Lauhteenpoistinten huolto

Lauhteenpoistimet altistuvat kulumiselle, kuten kaikki mekaaniset laitteet. Jotta saadaan ylläpidettyä tehokas lauhteenpoisto, niitä on huollettava määrättyjen

väliajoin. Ongelmia, joita vikaantuneista poistimista syntyy, ovat höyryvuodot, tukkeutumat tai mekaanisen osan rikkoutuminen. [6.]

Tyypillisiä lauhteenpoistihuoltotoimenpiteitä ovat vuotojen tarkistaminen, suodattimien puhdistus tai vaihto sekä lauhteenpoistimien mekanismin toiminnan varmistaminen. Sopivia työkaluja lauhteenpoistimen toiminnan tarkastukseen ovat infrapunakuvantava lämpömittari sekä ultraäänikuuntelulaite. [7.]

Jos tarkempaa testausta vaaditaan, voidaan käyttää antureita, jotka havaitsevat välineen fyysisen tilan sähkönjohtavuuden avulla. Tällaista laitetta voidaan käyttää myös etävalvontaan, jolloin viat havaitaan välittömästi. [7.]

Yleisiä syitä lauhteenpoistin vioille on ylimitoittaminen tai likaantuminen. Ylimitoittaminen tarkoittaa sitä, että prosessiin on asennettu liian suuri lauhteenpoistin, jolloin sen toiminta on liian suurta verrattuna sen hetkiseen putkiston kapasiteettiin. Tämä johtaa ennenaikaiseen vikaantumiseen. Likaantumisella tarkoitetaan putkistossa liikkuvan lian tai roskan tarttumista poistimeen tukkien sen tai estäen sen mekanismin sulkeutumisen. [6.]

Lauhteenpoistimen suorituskyvyn arvioimisessa tarkkaillaan monia erilaisia asioita, ja syitä vikaantumisille on useita. Syy voi olla poikkeuksellisen korkea vastapaine lauhdeputkistossa. Tämä johtuisi siitä, että lauhdeputkistoon vuotaa höyryä. Selkeämpiä merkkejä olisivat vesi-iskut höyry- tai lauhdelinjassa, höyryn kertyminen lauhteenpalautuslinjastoon, sekä samankaltaiset lämpötilat sisään- ja ulosmenolinjoissa. Joskus asia huomataan korkeista energialaskuista tai hönkähöyryä nähdään tulevan hönkä aukoista. Se tarkoittaa käytännössä pelkkä energia hukkaa, koska höyryä päästetään ilmakehään. [6.]

4 Lauhteenpoistimen valinta

Sopivan lauhteenpoistimen valitseminen voi olla hankalaa. Erilaisissa prosesseissa pitää huomioida lauhteenpoistintyyppien erilaiset ominaisuudet sekä puutteet, jotta ne toimivat yhteensopivasti tietynlaisessa prosessissa. Alla

olevalla taulukolla 1 sopivan poistimen valitseminen on helpompaa. Taulukossa on kuvaus prosessista, sopivasta lauhteenpoistintyypistä ja tarvittavista lisälaitteista poistimen kylkeen.

Taulukossa käytetyt lyhenteet:

A - Paras valinta.

B - Sopiva vaihtoehto.

1 - Asennus ilmaventtiilin kanssa rinnakkain.

2 - Eristämättömän jäähdytysosan päässä (vähimmäispituus 1 m).

3 - Käytettävä eristyksiä jälkilämmitysventtiilejä, jotka tarjoavat kiinteän lämpötilan purkuvaihtoehdon.

4 - Jos laitteisto on lämpösäädetty, voi olla tarpeen käyttää lauhdepumpun ja venttiilin yhdistelmää.

5 - Höyryn lämpötilaa lähellä olevalla kapselilla.

6 - Varustettu ilmanlukkiutumisen estävällä levyllä.

Taulukko 1. Lauhteenpoistimen valitseminen. [3.]

Prosessi							
Lauhteenpoistin:	(FT) Uimu- ri- pois- tin	(FT-C) Uimu- ri- pois- tin il- man pois- tolla	(TD) Ter- mo- dy- naa- mi- nen	(BPT) Termo- dynaa- minen kapseli poistin	(SM) Bi- metalli pois- tin	(No. 8) Ter- mo- staat- tinen	(IB) Avou- imu- ri- pois- tin
Keittolaitteet (Pa- dat)							
Keittopadat – kal- listettavat		B		A 2,5			
Keittopadat - kiin- teät	A	B	B 1	B			
Keittopadat – ja- lustalliset	B			A 2,5			

Uunit				A 2,5			
Lämpöpöytä	B			A 2,5			
Öljyn siirto / varastointi							
Irtoöljyvarastointisäiliöt	A						B 1
Linjalämmittimet	A						B 1
Ulostulolämmittimet	A						B 1
Jälkilämmityslinjat			B	A	B 2		B 1
Vaippaputket			B 1,6	A5			B 1
Sairaala laitteet							
Autoklaavit ja sterilointilaitteet	B	B		A 5			
Teolliset kuivaimet							
Kuumailmakuivaajat	A		B1	B			
Kuivauskelat			B1	A			B1
Moniputkikuivaajat	A		B1	B			B1
Kuivaussylinterit	B	A					B1
Monisylinteriset liimauskoneet	B	A					B1
Pesulalaitteet							
Vaateprässit	B	B	A 6				
Mankelit ja silitysraudat	B	A	B1	B 5			
Rumpukuivaajat	A	B					
Kemialliset pesukoneet	A		B1				
Prässit							
Monitasoprässit (rinnankytkentä)	B		A 6				

Monitasoprässit (sarjakytkentä)			A 1,6				
Rengasprässit	B		B 1	A			B 1
Prosessilaitteet							
Keittopadat - kiinteät	A	B	B 1	B			
Keittopadat – kal- listettavat	B	A					
Retortit	A						
Teolliset autoklaavit	A						B1
Keitin	A 1		B 1				
Kuumat pöydät	B		B 6	A 2			
Panimokattilat	A 1	B					
Haihduuttamot ja kalandriat	A 1	B					B1
Vulkanointilaitteet	A		B1				B1
Tilalämmityslaitteet							
Lämminvesivaraajat	A 4						
Lämmitinelementit	A 4						
Säteilylevyt ja - nauhat	A	B 1	B 1				B 1
Patterit ja konvektiokaapit	B			A	B		
Yksikkölämmittimet ja ilmanlämmityspatterit	A 4						
Yläpuoliset putki- kelat	B			A			B 1
Höyryverkostot							

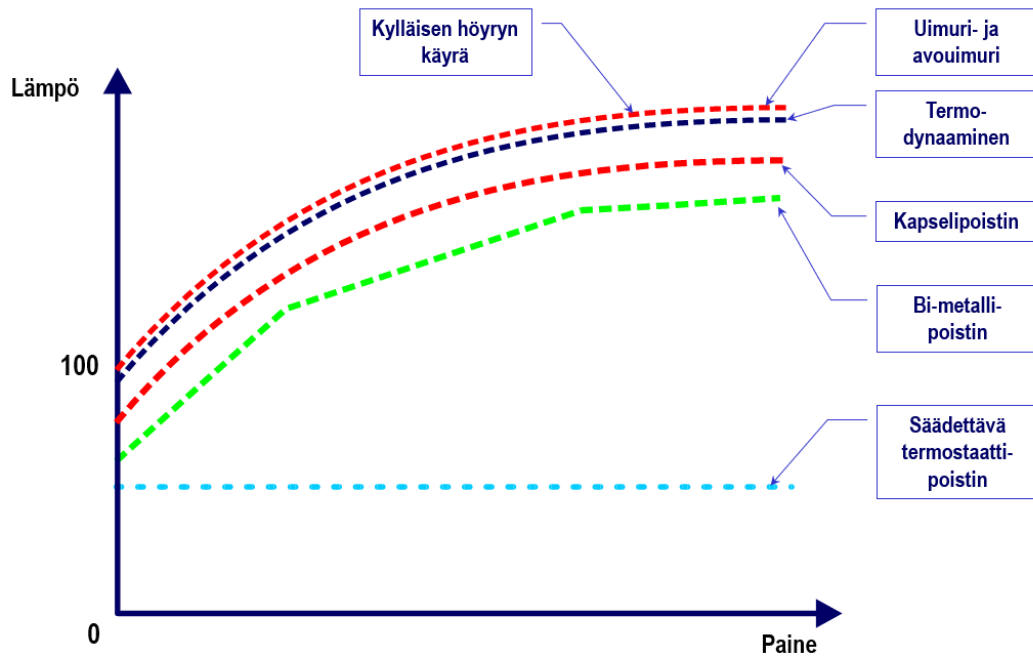
Paineenalennus-venttiiliasema	A			B 5			
Vaakasuorat linjat	B		A				B
Sulkuviemäri (Jäätymissuojaus)				B 3	B	A	
Erotinsäiliöt	A		B				B
Höyryjakotukin kuivatus	A		B 6				B
Pääpisteet	B		A 1				B 1
Säiliöt ja altaat							
Prosessialtaat (ylösnouseva poistoputki)	B	B	A	B 5			B
Prosessialtaat (Poistoputki pohjassa)	A		B 6	B 5			
Pienet kelalämmitteiset säiliöt (nopea kiehuminen)	A			B 5			
Pienet kelalämmitteiset säiliöt (hidas kiehuminen)					B	A	

Taulukon avulla nähdään, minkälainen lauhteenpoistin tarvitaan prosessiin ja tarvitaanko poistimen rinnalle lisävarusteita, esimerkiksi ilmanpoistin.

4.1 Lauhteenpoistimen mitoitus

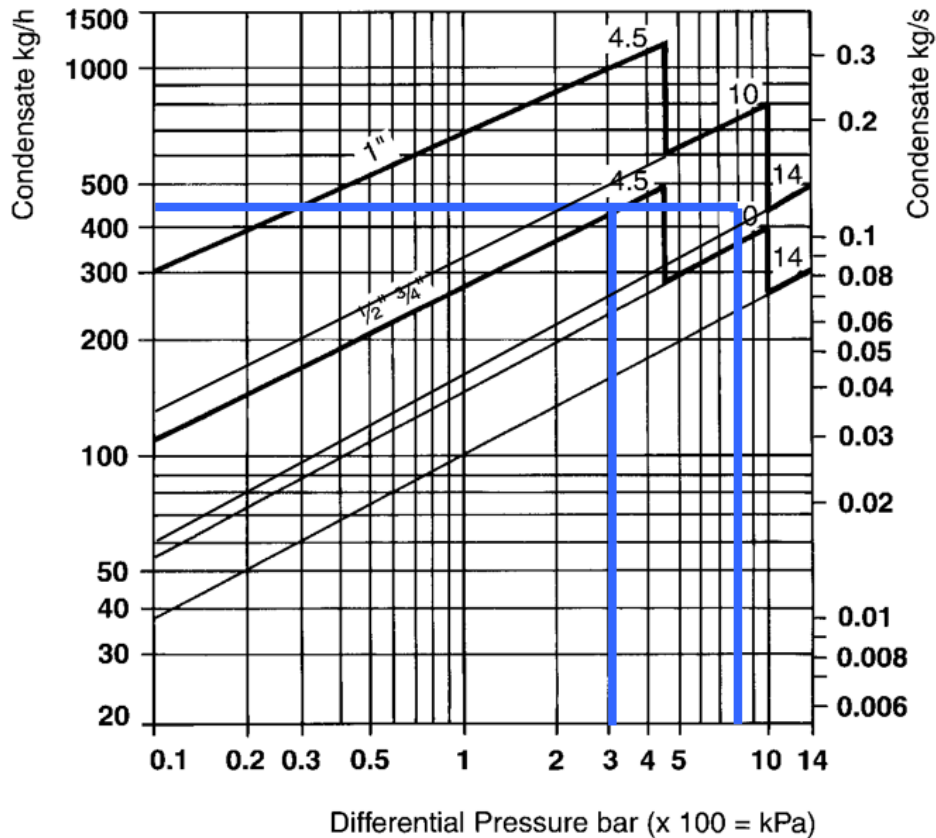
Kun sopiva lauhteenpoistin on valittu, se pitää mitoittaa oikein. Lauhteenpoistimen teho riippuu sen suuttimen koosta, lauhteen lämpötilasta ja paine-erosta höyry- ja lauhdepuolen välillä. Mitoittaessa tulee ottaa huomioon myös lauhteenpoistimen kyky poistaa lauhdetta halutussa lämpötilassa. Mitä kuumempaa lauhde on, sitä enemmän muodostuu hönkähöyryä. [8.]

Uimurilauhteenpoistimet pystyvät poistamaan lauhdetta kylläisessä tilassa, mihin muut poistimet eivät kykene. Tämä tarkoittaa, että hönköhöyryn muodostuminen uimuripoistimien jälkeen lauhdelinjassa on suurempaa. Kun hönköhöyryä muodostuu lauhdelinjaan, tarvitaan suuremmat lauhdelinjaston putket. Kuvassa 12 voidaan vertailla eri lauhteenpoistintyyppien kykyä poistaa lauhdetta kylläisen höyryn käyrään verrattuna. [8.]



Kuva 12 Lauhteenpoistinten lauhteen poistolämpötilat. [8.]

Kuvan 13 diagrammista pystytään määrittämään oikeankokoinen uimurilauhteenpoistin tarpeeseen. Jotta kaaviota voidaan käyttää, tarvitaan ensin lähtötietoja. Tietoja, joita tarvitaan, ovat systeemin lauhdekuorma (kg/h) ja höyry- ja lauhdeputkiston välinen paine-ero (bar). Lauhdekuorma sekoitetaan yleensä höyryn nopeuteen, mikä on kuitenkin sama asia. Koska höyry ja lauhde painaa saman verran, vain tilavuus muuttuu. [3.]



Kuva 13 Uimurilauhteenpoistimien mitoitusdiagrammi. [8.]

4.2 Käynnistyskuorma

Mitoituksessa tulee huomioida suurempi lauhteenpoiston tarve prosessin käynnistyessä. Tämän takia lauhteenpoistin tulisi pääsääntöisesti mitoittaa aina käynnistyskuorman mukaan, eikä pelkän käyttökuorman. [3.]

Käynnistyskuormat ovat paljon suurempia, kuin käyttökuormat. Niitä voisi verrata jopa kaksin- tai kolminkertaiseen käyttökuormaan. Tällöin voi myös paineero olla höyry ja lauhdepuolella pienempi, koska käynnistysvaiheessa höyry lauhtuu nopeammin, ja siitä seuraa alhainen höyrynpaine ennen lauhteenpoistinta. [9.]

4.3 Jatkuva lämpötilan säätö ja maksimikäyttöpaine

Jos käytössä on jatkuva lämpötilan säätö, se vähentää höyrytilan painetta, koska säätöventtiili kuristaa virtausta tulopuolella. Tämä vaikuttaa lauhteenpoistimen käytössä olevaan paineeseen ja siksi se tulee ottaa huomioon mitoituksessa. [9.]

Useassa lauhteenpoistimessa täytyy poistimen mekanismin voittaa höyrynpaineen aiheuttama paine, joka kohdistuu venttiiliä vastaan. Tämän takia uimurilauhteenpoistimilla on mitoittaessa käytössä maksimipaine-ero. [9.]

5 Lauhteenpoistimiin investoimisen tärkeys

5.1 Energian kulutus ja taloudelliset vaikutukset

Teollisuuden prosessin kokonaisenergiasta suuri osa käytetään itse höyryn tuottamiseen. Tässä voidaan tehdä merkittäviä säätöjä ja se on tärkeää myös ympäristösyistä päästöjen vähentämiseksi. Jos höyryvuotoja ei havaita tai korjata tarpeeksi nopeasti suuria määriä energiaa menee hukkaan. [10, s. 1.]

Huonosti huolletusta höyryprosessista 10–35 % lauhteenpoistimista on viallisia tai tukossa, aiheuttaen höyryhukkaa ja muita haittavaikutuksia koko prosessiin. Tämän vuoksi on tärkeää olla lauhteenpoistin testaus- ja ylläpito-ohjelma, jota ilman tällaiset häviöt voivat jäädä huomaamatta vuosien ajaksi. Jos esimerkiksi neljän vikaantuneen lauhteenpoistimen höyryvuoto on noin 61 kg/h, se on vuodessa noin 533 tonnia (käyttötunnit 8 736 h/vuosi). Höyryvuodon kustannus tunnissa kyseiselle tehtaalle on noin 5,5 €/h. Jos vuotavat lauhteenpoistimet jäävät huomioimatta vuodeksi, 533 tonnin energiahukka tulee maksamaan noin 48 000 €. Kuvassa 14 on höyryvuotojen ja päästöjen yhteenveto. Siinä nähdään, kuinka paljon vuotava lauhteenpoistin kustantaa vuositasolla. [11.]

Esimerkkiasiakas - Tehdas

Sijainti	Höyryvuoto (kg/h)	Höyryvuoto (tonnia/vuosi)	Höyryvuodon kustannus tunnissa (€)	Keskimääräiset käyttötunnit vuodessa	Vuotavien lauhteenpoistinten lukumäärä	Vuosikustannus (€)	CO ₂ -päästöt (t/v)
Alue 2	11.09	96.87	1.00	8736	1	8718.18	3.64
Alue 3	49.91	436.02	4.49	8736	3	39242.11	16.36
Summat	61.00	532.89	5.49		4	47960.29	20.00

Kuva 14 Yhteenveto vuotavien lauhteenpoistimien aiheutuneista häviöistä. [11.]

Kun höyryvuodot korjattaisiin, energiasäästöjä tulisi noin 350 MWh vuodessa. Se vastaa 14 ihmisen vuosittaista energiankulutusta. [11.]

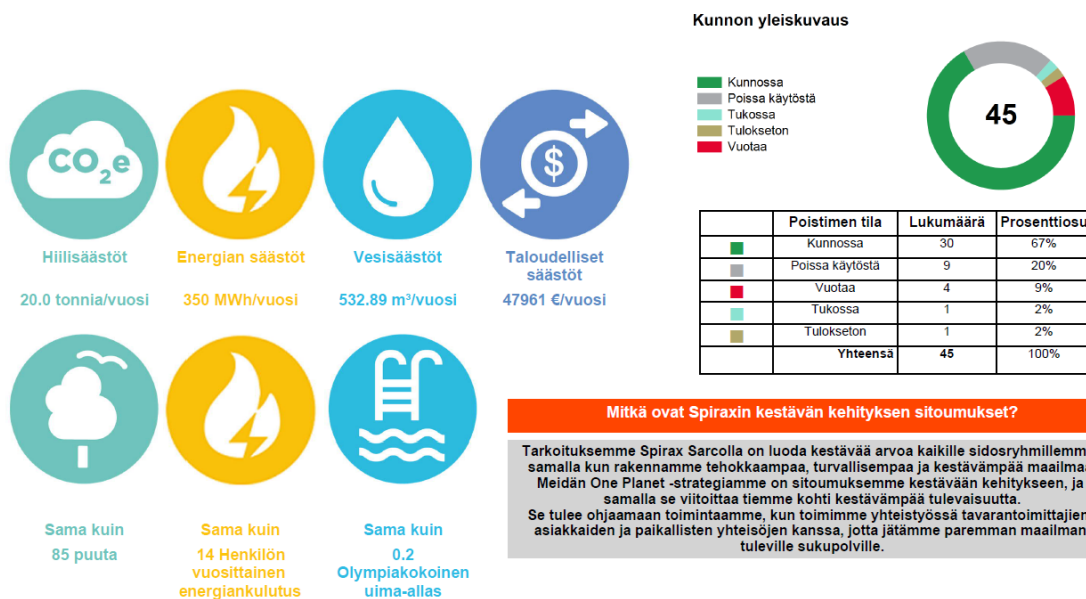
5.2 Vaikutus ympäristön näkökulmasta

Kun lauhteenpoistin vuotaa se on suora linkki energiahäviön ketjussa. Lauhteenpoistimen vuoto aiheuttavat ja korostavat yleensä lisäpolttoainekustannuksia, jota tarvitaan menetysten kompensoimiseksi. [11.]

Kuvassa 15 nähdään arvoja, joilta aikaisemman luvun 5.1 esimerkin häviöiltä olisi voitu välttyä jatkuvalla lauhteenpoistinten valvonnalla ja proaktiivisella huollolla. Tämä olisi myös vähentänyt CO₂e-päästöjä noin 20 tonnia/vuodessa, joka vastaa 85 puuta. [11.] CO₂e tarkoittaa hiilidioksidiekvivalenttia, joka kuvaa kasvihuone päästöjen yhteenlaskettua ilmastoa lämmittävää vaikutusta [12.].

Vesisäästöjä olisi ollut mahdollista toteuttaa vuodessa noin 533 m³. Tästä tulee myös taloudellisia kustannuksia veden käsittelyn osalta. [11.]

Esimerkkiasiakas - Tehdas



Kuva 15 Kestävän kehityksen arvot. [11.]

6 Yhteenveto

Tässä opinnäytetyössä oli tarkoitus tutkia lauhteenpoistimia ja niiden vaikutusta prosessien energiatehokkuuteen. Perehdyttiin myös optimaaliseen lauhteenpoistoon, erilaisiin lauhteenpoistimiin, kuten termodynaamisiin, termostaattisiin ja mekaanisiin lauhteenpoistimiin ja niiden ominaisuuksiin. Näiden lisäksi tutkittiin, minkälaisiin prosesseihin erityyppiset lauhteenpoistimet sopivat, ja tuotiin esille lauhteenpoistimien tarkan mitoituksen ja jatkuvan seurannan ja huollon tärkeys.

Tavoitteena oli myös luoda selkeä opas, jotta henkilö, joka ei tiedä lauhteenpoistosta tai lauhteenpoistimista mitään, saa kattavan tietopaketin ja perustietämyksen aiheesta.

Tässä opinnäytetyössä päästiin siihen johtopäähkseen, että lauhteenpoistimilla on suuri merkitys energiatehokkuudessa. Suurta merkitystä lauhteenpoistimilla

on myös taloudellisella aspektilla ja ympäristövaikutusten kannalta. Laskettiin hävikkiä vuositasolla erikokoisten vuotavien lauhteenpoistimien näkökulmasta. Höyryenergian menekki jo vain yhden vuotavan lauhteenpoistimen myötä on suuri, joten lauhteenpoistimien huoltoon ja ylläpitoon pitäisi investoida, jotta voidaan minimoida hävikki ja päästöt. Viallisten lauhteenpoistinten korjaus maksaa itsensä takaisin lyhyelläkin aikavälillä verrattuna siihen, miten paljon tappiota tulee vuosien varrella, jos vikaantuneille lauhteenpoistimille ei tehdä mitään.

Lähteet

- 1 Kestävät kehitys. Verkkoaineisto. Spirax Sarco <<https://www.spiraxsarco.com/global/en-FI/kestavyys>>Luettu 5.1.2025.
- 2 Lauhteenpoistimet. Verkkoaineisto. Spirax Sarco <<https://www.spiraxsarco.com/global/en-FI/products/steam-traps>>Luettu 15.11.2024.
- 3 Spirax Sarco. 2007. The Steam And Condensate Loop. Cheltenham.
- 4 Water conductivity range. Verkkoaineisto. Alpha <<https://alpha-measure.com/water-conductivity-range/>>Luettu 15.11.2024.
- 5 Waterhammer in steam systems. 2024. Verkkoaineisto. Rasmech <<https://www.rasmech.com/blog/its-hammer-time-water-hammer-in-steam-systems/>> Luettu 13.12.2024
- 6 Steam trap maintenance. 2024. Verkkoaineisto. Rasmech <<https://www.rasmech.com/blog/steam-trap-maintenance/>> Luettu 6.1.2025
- 7 Energy saver. 2024. Verkkoaineisto. Chemical processing <<https://www.chemicalprocessing.com/voices/energy-saver/article/33016489/energy-saver-tips-for-effective-steam-trap>> Luettu 7.2.2025
- 8 Lauhteenpoistimet ja valinta. 2023. Yrityksen sisäinen aineisto. Spirax Sarco.
- 9 Käytännön lauhteenpoisto. Yrityksen sisäinen aineisto. Spirax Sarco.
- 10 Energy saving potential of steam traps. Verkkoaineisto. Annstrong international. <<https://steamsol.net/doc/TRAP%20ENERGY%20SAVING.pdf>>Luettu 13.2.2025.
- 11 Lauhteenpoistinkartoitus raportti. Yrityksen sisäinen aineisto. Spirax Sarco.
- 12 CO2-tietoa. Verkkoaineisto. OpenCO²net<<https://www.openco2.net/fi/co2-tietoa>>Luettu 14.3.2025.