

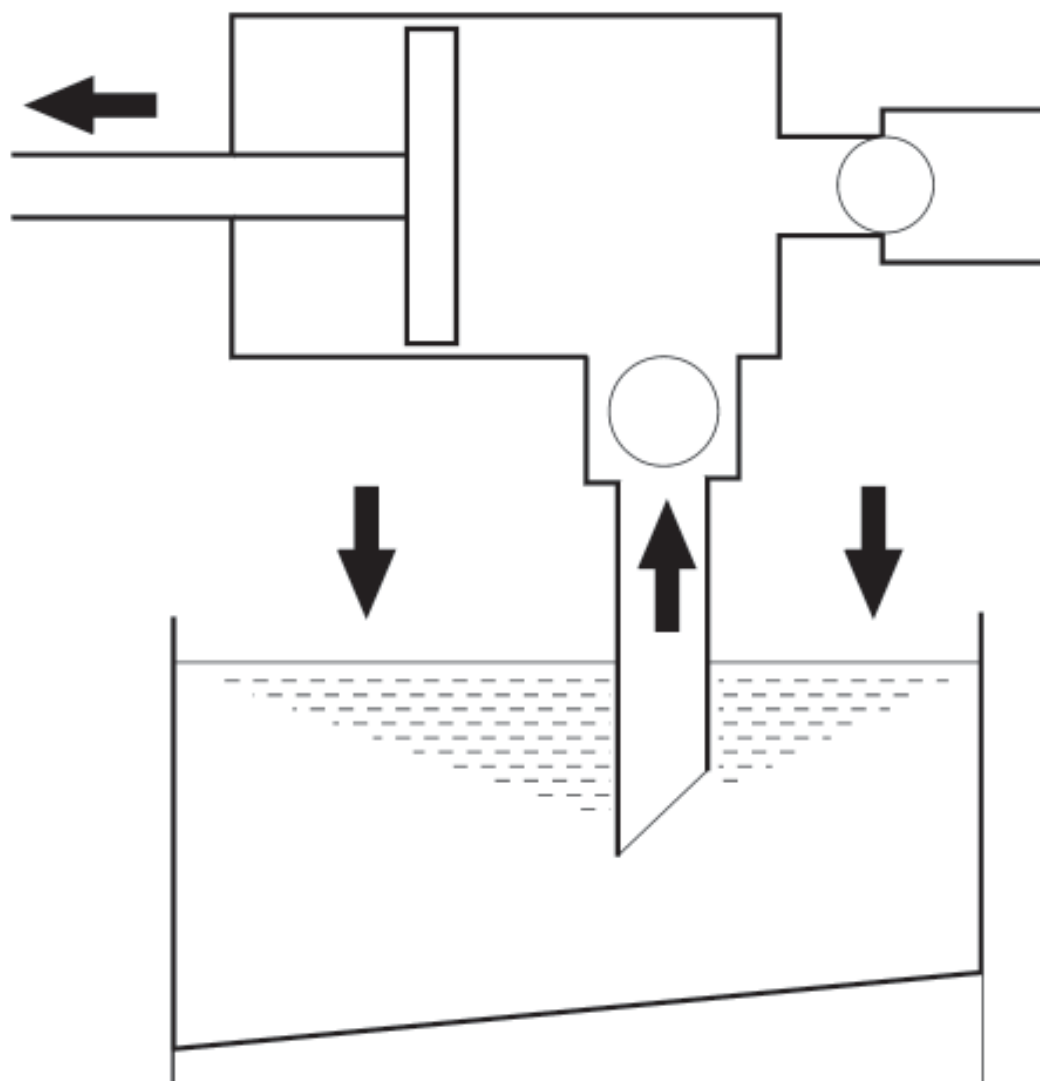


HYDRAULIKAN PERUSTEET

Visido 1986

No 1

FLUID
Finland
2-2002



HYDRAULIIKAN PERUSTEET

Hydrauliikka kuuluu fluiditeknikkaan. Fluiditeknikan osa-alueita ovat hydrauliikka, hydrostatiikka, hydrodynamiikka ja pneumatiikka.

Hydrostatiikassa käytetään paineenalaista nestettä tehosiirrossa. Järjestelmän tekemä työ tehdään paine-energian avulla

Hydrodynamiikassa taas puolestaan tutkitaan liikuvan nesteen mekaniikkaa. Hydrodynaaminen järjestelmä käyttää hyväkseen nesteen liike-energiaa. Esimerkkinä hydrodynamiikasta voisi mainita nesteen pyörittämän turbiinipyörän vaikkapa voimalaitoksessa.

Hydrostatiikasta käytetään yleisesti lyhyttä yleisnimeä, joka on hydrauliikka. Kaikki se tekniikka, mikä tässä artikkelissa esitetään on hydrostatiikkaa eli hydrauliikkaa. Hydrauliikka on hyvin laajasti käytössä, sillä se alkaa esimerkiksi ovet sulkevista ovipumpuista ja autoon siirryttäessä taas iskunvaimennus, jarrut ja vaikkapa kytkin toimivat hydrauliikan keinoin. Loppua taas ei ole näköpiirissä, sillä hydrauliikkaa sovelletaan entistä runsaammin uusillakin alueilla.

HYDRAULIIKAN VÄLIAINEET

Väliaineena hydrauliikassa toimii

- vesi
- emulsio
- mineraaliöljy
- synteettinen öljy
- kasviöljy

Alkuaikojen väliaine oli pääasiassa vesi. Esimerkiksi joskus 1700-luvulla käytettiin puristimia, joiden paineenalainen neste oli vesi. Veden

käyttämahdollisuuksia hydrauliikan osa-alueella tutkitaan nykyään hyvin runsaasti, jotta löydettäisiin vesi uudelleen ja enenevässä määrin käyttöön.

Vesi ja emulsiot ja osin myös synteettiset nesteet soveltuvat hyvin tilanteisiin, joissa on esimerkiksi punahehkuista rautaa lähettyvillä. Mahdollisessa letkurikossa neste sumuttuu ympäristöön, jolloin vesi ja emulsio muodostavat huonosti palavan seoksen ilman kanssa eikä välitöntä räjähdysvaaraa kuuman raudan vaikutuksesta synny päinvastoin kuin mineraaliöljyn kohdalla.

Pääasiallinen ja tärkein väliaine on mineraaliöljy. Hydrauliikkakäyttöön ei kelpaa mikä tahansa maasta pumpattava soppa, vaan öljyn valintaan kiinnitetään suurta huomiota jo alkuvaiheessa - vain tietyn tyyppiset raakaöljyalaadut kelpaavat jatkojalostukseen hydrauliikkaan soveltuviksi korkeapaineöljyiksi.

Synteettisin menetelmin valmistetaan synteettisiä öljyjä ja ne soveltuvat yleiskäytön lisäksi etenkin vaikeisiin ja poikkeaviin kohteisiin, joissa edellytetään tiettyjä erityisominaisuuksia. Kalliita, mutta hyviä tuotteita niitä tarvitseville.

Kasviöljyt on uusiin tuoteryhmä, joka on jo vuosikymmeniä ollut markkinoilla. Muun muassa kotimaisen rypsin siemenistä puristetaan öljy, joka suodatuksen ja jälkikäsitteilyn jälkeen voi olla valmis käyttöön sellaisenaan. Öljyä voidaan toki lisäaineistaa käyttöympäristöstä ja laitteista riippuen. Kasviöljy on ympäristöystävällinen tuote, joka hajoaa luonnossa alle viikossa.

Kasviöljyä voidaan ja suositellaan käytettäväksi kaikissa niissä tilanteissa, joissa ympäristön liikakuormituksen vaara on suuri, esimerkiksi sisävesistöjen ruoppaajat tai metsäkoneet.

Kasviöljyjen voiteluominaisuudet ovat hyvät. Kylmäominaisuudet ovat sitä vastoin huonot, koska -30 asteen pakkasessa peruskasviöljy kiteytyy ja sitä ei silloin pumpata mihinkään, eli öljy soveltuu sellaisenaan vain lämpimään sisäkäyttöön. Lisäaineistamalla on saatu parannettua kasviöljyn kylmäominaisuuksia. Kasviöljyn prosentuaalinen osuus hydrauliikkakäytössä on hyvin pieni jopa Suomessa, jossa ollaan tämän öljytyypin käyttäjien etunensästä.

LOPUKSI

Hydrauliikka on osoittautunut melko ongelmalliseksi alueeksi hallinnollisesti ja tuotannollisesti. Harva tuntee tietävän täsmällisesti, kuuluuko hydrauliikka perinteisissä osastojakokuvioissa kone- vai sähköpuolelle?

Hydrauliikka sijoittuu välimaastoon ja näin on kissanhännänveto valmis siitä, kumman kunnossapidettäväksi se oikein kuuluukaan. Olisko kokonaan oma osasto etenkin suurissa paljon hydrauliikkaa sisältävissä laitoksissa tarpeen vai rustataanko vanhat osastojaot muuten uuteen uskoon? Toivottavasti tästä ei muodostu ikuisuuskyseymystä.

PAINE, VOIMA JA TILAVUUSVIRTA

Jotta jatkossa pystytään puhumaan samaa kieltä, on muutamat käsitteet, termit ja yksiköt määriteltävä.

Voimasta käytetään kirjainta F (ilmeisesti Force) ja yksikkönä on 1 Newton. Aiemmin voiman yksikkö oli 1 kilopondi ja koska nämä vanhat käsitteet ovat vielä hyvin sitkeästi etenkin puhekielessä käytössä, selvitetään tässäkin esityksessä vielä kertaalleen vanhojen yksiköiden ja käsitteiden suhteet uusiin. Yksi kilopondi on riittäväällä tarkkuudella kymmenen Newtonia eli päinvastoin yksi Newton on yksi kymmenesosa kilopondia.

Pinta-alasta käytetään yksikköä neliometri (m^2) tai neliömillimetri (mm^2). Ennen käytettiin yksikkönä yksinomaan neliösenttimetriä (cm^2).

Paineen saa jakamalla voiman sillä pinta-alalla, johon se kohdistuu eli $p = F/A$. Jos voimana on yksi Newton ja pinta-alana yksi neliometri, saadaan jakolaskun jälkeen yksiköksi N/m^2 , josta käytetään nimitystä yksi Pascal eli lyhenteenä kansanomaisesti 1 Pa.

Vanhentuneen järjestelmän mukainen yksikköhän oli yhden kilopondin voima kohdistuneena neliösentille eli kp/cm^2 . Kun verstaakielessä puhutaan paineilma-
verkoston yhteydessä esimerkiksi kuuden kilon paineesta, kaikki normaalisti tietävät, kuinka suuri paine on ja onko se tappavaa. Jos sitä vastoin verkostossa on kuudensadan kilopascalin paine, harva tajuaa millä alueella liikutaan.

Mutta koska kaikki uudet ammattikoulupojat ja yleensä tekninen kirjoittelu käyttää uusia kauan sitten hyväksytyjä termejä, olisi syytä juurruttaa verstaasslangiinkin oikeat käsitteet ja nimitykset.

YKSIKÖIDEN VERTAILU

Eli mitä ne toisiinsa verrattuna siis ovat. Muunetaanpa nyt 1 kp/cm^2 Pascaleiksi. Yksi kilopondi on noin kymmenen Newtonia ja neliösenttimetri taas 0,0001 neliometriä. Nämä kun jaetaan keskenään saadaan yksiköksi N/m^2 , joka on sama kuin Pascal. Laskutoimitus antaa lopputulokseksi 100000 Pa, siis 1 $kp/cm^2 = 100000 Pa$. Koska luvuista tulisi huomattavan suuria ilmoitettaessa paineet pascaleina, käytetään yleisesti lukujen tuhatkerrannaisia.

Paineilmapuolella on yleisesti käytössä kilopascal, joka saadaan, kun luku pascaleina jaetaan tuhannelle, kun taas hydraulikassa on käytössä vieläkin isompi yksikkö eli megapascal, joka saadaan jakamalla pascallukema miljoonalla tai vastaavasti kilopascal-arvo tuhannella.

Siispä 1 $kp/cm^2 = 100000 Pa = 100 kPa = 0,1 MPa$.

Jos käydään lävitse vielä pascalin muuntaminen vanhoiksi yksiköiksi, saadaan aikaiseksi seuraavanlainen laskutoimitus. Yksi pascal on Newton per neliometri ja 1 Newton = 0,1 kp sekä 1 $m^2 = 10000 cm^2$. Kun nämä luvut jaetaan keskenään, saadaan lopputulokseksi seuraavaa:

1 Pascal = 0,00001 kp/cm^2 eli ei paljon paskaliakaan.

Tämänsuuruisten paineiden mittaus käytännön olosuhteissa on mahdottomuus, mutta eipä tällaisia paineita tarvitse mitatakaan, vaan suuruudet ovat toki toista kertaluokkaa. Pascalin käyttö paineen laatuna helpottaa siirtymistä jouleihin ja watteihin eli se on hyvinkin perusteltua siltä osin.

Seuraavaksi käsitellään paineen yksikkö nimeltään bar, joka on yhtäsuuri kuin 0,1 megapascalia ja näin ollen lähes yhtäsuuri kuin 1 kp/cm^2 eli bar on pascalin kerrannaisyksikkö. Koska teollisuuden painemittareissa on useasti merkittynä barit ja koska bar on kutakuinkin yhtäsuuri kuin tuttu kp/cm^2 , tässä esityksessä käytetään yleisesti baria paineen yksikkönä.

Eräs paineen yksikkö on psi eli naulaa neliötuumalle. Yksikkö siis juontaa juurensa tuumamaista. Esimerkiksi amerikkalaiset koneet on sitkeästi varustettu näillä tuumapohjaisilla painemittareilla. Laskettaessa painetta tutummille yksiköille on syytä tietää, että vanha kunnon kp/cm^2 on noin 14,5 psi. Tästä luvusta laskien saadaan muut käytössä olevat paineen yksiköt.

Jenkit käyttävät näitä yksiköitä edelleen, koska heidän markkinansa ovat siksi suuret, että SI-järjestelmän markkinat eivät kiinnosta tai ainakaan ei ole kiinnostusta vaihtaa systeemiä. Siviili-ilmailu käyttää hydraulikassa psi yksikköä paineesta puhuttaessa, kun sitä vastoin sotilasilmailu käyttää yleisesti pascalia.

Paine voidaan ilmaista myös at-yksiköllä, joka tarkoittaa teknistä ilmakehää, joka on samaa suuruusluokkaa kuin bar. Lisäksi on muita yksiköitä kuten esimerkiksi millimetriä elohopeapatsasta (Hgmm), jolla hydraulikan kanssa ei ole tekemistä, vaan on lähinnä verenpaineen tai säätötilan mittayksikkö.

YHTEENVETO

Voima

1 Newton	=	1 N	= n. 0,1 kp
1 kilopondi	=	1 kp	= n. 10 N
	=		9,80665 N

Paine

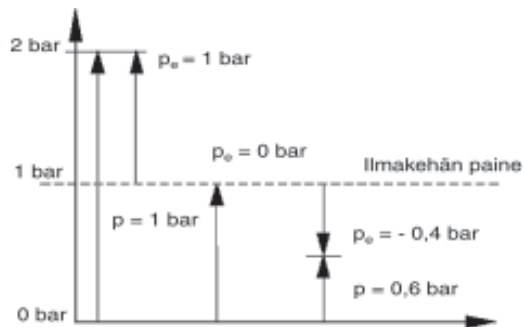
1 Pascal = 1 Pa = 1 $N/m^2 = 0,00001 kp/cm^2$

1 $kp/cm^2 = 100 kPa = 1 bar = 14,2 psi$

1 psi = 0,07 kp/cm^2

ABSOLUUTTINEN PAINE, YLIPAINE JA ILMAKEHÄN PAINEN

Ylipainemittarit on normaalisti kalibroitu näyttämään nollaa ilmakehän paineessa, vaikka siis tosiasiaa takana on yhden barin ilmakehän paine. Jos paine on kaksi baria eli $p = 2$ bar, niin se on absoluuttinen paine, jonka mittausta on lähdetty suorittamaan 100%:n vakuumista. Vastaava luku ylipaineena ilmoitettuna on $p = 1$ bar.



Kun siirrytään alipaineen puolelle, voidaan paine ilmoittaa joko absoluuttisena paineena eli sinä lukuna, minä se on mitattuna nollapaineesta lähtien tai sitten se ilmoitetaan ylipaineena laittamalla miinusmerkki lukuarvon eteen, jolloin lukema on ymmärrettävissä siten, että paine lasketaan ilmakehän paineesta alaspäin. Jos siis $p = 0,8$ bar, saadaan vaikkapa laskeamalla tai mittarista lukemalla, että $p_g = -0,2$ bar. Normaali ilmakehän paine on säätieläijöiden mukaan 1013,52 mbar, yläpuolella olevat lukemat ilmoittavat korkeapainetta ja alapuolella vastaavasti matalapainetta.

TILAVUUSVIRTA

Tilavuusvirta on tärkeä ja oleellinen käsite hydraulikassa. Tilavuusvirta ilmoittaa sen, kuinka monta litraa nestettä virtaa minuutin aikana tiettyssä kohdassa. Esimerkiksi pumpun tuotto ilmoitetaan yleensä litraa per minuutti. Pumpun koko voidaan kuitenkin ilmoittaa myös kierrostilavuutena. Pumpun akselia pyörytetään yksi kierros ja mitataan, kuinka monta kuutiometriä nestettä syrjäytyy.

Virallisesti tilavuusvirrasta käytetään pikku q -kirjainta, jonka laatu on litra jaettuna minuutilla \rightarrow siis q [l/min]. Kierrostilavuusvirrasta käytetään pikku q kirjainta alaindeksillä v varustettuna ja laatu on kuutiometri jaettuna kierroksella eli q_v [cm³/r], mutta käytäntö on kuitenkin selvästi osoittanut, että kannattaa käyttää tilavuusvirrasta isoa Q kirjainta ja kierrostilavuusvirrasta pikku q kirjainta.

Hydraulijärjestelmässä ei tapahdu mitään, ellei synny tilavuusvirtaa eli silloin nesteet eivät virtaa. Kun alkaa tapahtua, riippuu siitä, kuinka paljon nestettä virtaa ja missä sitä virtaa.

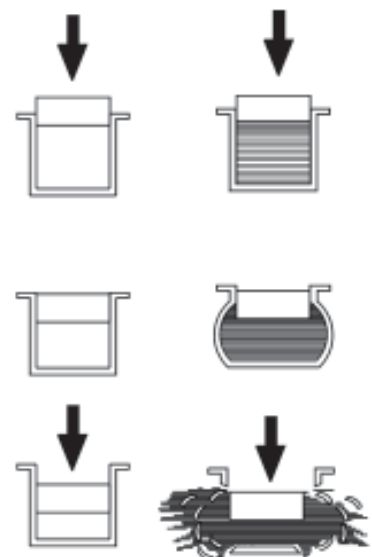
Tilavuusvirta määrittelee esimerkiksi pumpun tai sylinterin työtahdin nopeuden. Mitä suurempi tilavuusvirta sitä nopeammin moottoriakseli pyörii tai sitä nopeammin sylinteri suorittaa iskunsa loppuun.

Paineella ei ole tässä yhteydessä mitään tekemistä. Paine määrittelee sen kuorman, minkä esimerkiksi sylinteri pystyy käsittelemään. Käsitteenä on väärin sanoa, että painetta tuodaan johonkin, painetta vietään johonkin tai tähän kohtaan tulee niin ja niin suuri paine. Paine sitävastoin muodostuu johonkin kohtaan.

Hydraulipumppu ei kehitä painetta vaan tilavuusvirtaa ja kun tätä tilavuusvirtaa vastustetaan esimerkiksi neulaventtiilillä tai kuristimella, saadaan aikaiseksi paineen nousu. Normaalisti toimilaitteena olevan sylinterin männänvarrella on kuormaa ja tämä kuorma määrittää järjestelmän paineen. Pumpun tulee kuitenkin olla valittu siten, että se kestää ja pystyy tuottamaan ylläpitämään järjestelmään muodostuvan paineen.

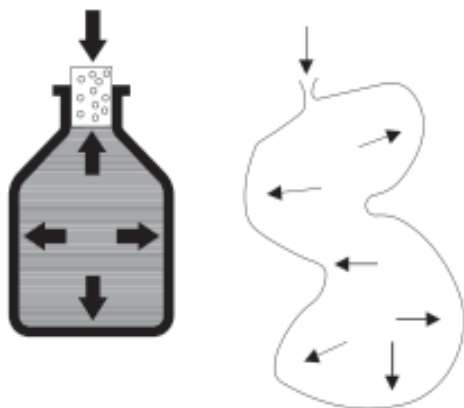
ÖLJYN KOKOONPURISTUVUUS

Öljy on lähes kokoonpuristumaton, sillä nyrkkisäntönä voidaan mainita, että puristettaessa öljyä 100 barin voimalla puristuu se kasaan vain 0,7% eli jos meillä on kaksisataanen pytty öljyä ja puristetaan sitä tuolla 100 barilla kasaan, on meillä jäljellä vielä pänikässä 198,6 litraa öljyä. Tästä vielä jos prässätään, niin öljy ei anna tippaakaan periksi, vaan astian seinät vaan pullistelevat itsensä rikki.



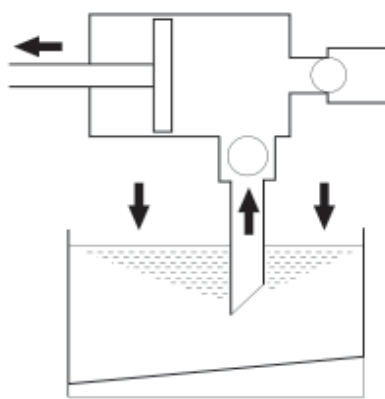
PASCALIN LAKI

Herra Pascal havaitsi vuonna 1674, että suljetussa tilassa paine leviää nesteessä tasaisesti jokaiseen suuntaan ja on riippumaton astian muodosta. Tähän ilmiöön koko hydrostaatiikka eli hydraulikka tukeutuu. Laki vaikuttaa hyvin yksinkertaiselta ja sitäkin se onkin, mutta kuitenkin siihen törmätään jäljempänä vielä monta kertaa.



PUMPUN "IMU" TAPAHTUMA

Pumpun imutapahtuma pohjaa Boyle-Mariotten lakiin, jonka mukaan paine kertaa tilavuus on vakio eli kirjaimin ilmaistuna $p \times V = \text{vakio}$. Kaavaan vaikuttaa myös lämpötila, mutta tässä yhteydessä jätetään lämpötilariippuvuus huomioon ottamatta. Kaavasta seuraa, että kun paine nousee, niin tilavuuden täytyy pienentyä. Jos taas tilavuus pienenee, niin paine nousee ja molemmat päinvastoin jne. Eli jos huushollissa isäntä lihoaa, niin emäntä laihtuu tasapainon vuoksi tai tässäkin päinvastoin.



Ilmakehän paine työntää öljyn pumpulle

Jos kuvan mukaan mäntää vedetään vasemmalle, niin tilavuus pumpun kammiossa kasvaa ja edellä olevan kaavan mukaan täytyy paineen pienetä kammiossa. Kun paine pienenee alle ilmakehän paineen, syntyy paine-ero pumpun kammion ja ilman paineen vaikutuksen alaisen nestepinnan välille, jolloin Pascalin lain mukaan paine tasaantuu eli neste avaa pumpun vastaventtiilin ja virtaa pumpun kammioon. Kun pumpu tekee työiskun, eli mäntä siirtyy oikealle, tilavuus pienenee pumpun kammiossa ja näin ollen paine kasvaa. Imupuolen vastaventtiili sulkeutuu ja putkistoon menevä vastaventtiili avautuu ja näin mehu siirtyy putkistoon. Tässä olikin pumpun imutapahtuman periaate. Vastaava ilmiö tapahtuu esimerkiksi baaritiskillä, jossa on viinapaukku pillillä varustettuna valmiina kokeeseen. Kun kieli pumpua suuhun alipaineen, joka on pienempi kuin baaritiskillä vallitseva paine, niin lasissa oleva neste siirtyy pilliä pitkin suuhun ja sieltä vatsaan, päähän, jalkoihin ja muualle kierto. Eli ihmiselle ilman kieltä tulee kaataa nesteet suuhun.

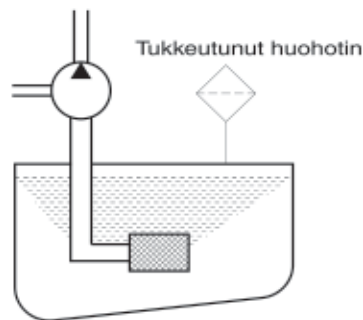
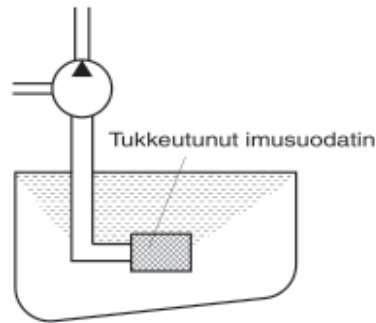
KAVITAATIO

Jotta pumpulla voidaan ylläpitää ns. imutapahtumaa, tulee männän olla jatkuvassa edestakaisessa liikkeessä, joka voidaan järjestää vaikkapa sähkömoottorilla. Näin synnytetään tilavuusvirta.

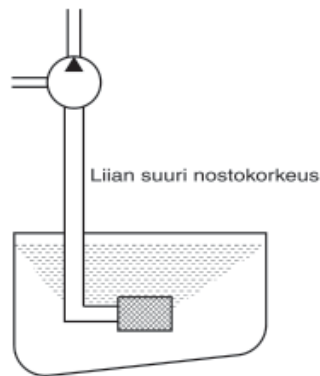
Kun pumpun kierroksia lisätään, saadaan aikaiseksi männälle yhä nopeampi edestakainen liike ja silloin tilavuuden muutos on niin raju, että paine pumpun kammiossa laskee laskemistaan. Jokaisella nesteellä on oma lämpötilasta riippumaton höyrystymispaineensa, jossa pisteessä neste alkaa kylmäkiehua. Mineraaliöljyä käytettäessä on kylmäkiehumispiste 0,13 baria alipainetta ja kun tämä raja-arvo saavutetaan, öljystä alkaa erkaantua tyhjiökuplia. Pumpunvalmistajat ilmoittavat imuaukon minimipaineeksi 0,1...0,3 bar alipainetta, jolloin kavitaatio vältetään pumpun sisällä.

Pumppauksessa tyhjiökuplat joutuvat kammioon ja työiskun aikana paine alkaa nousta. Kuplat eivät kestä ympäröivää öljynpainetta, vaan ne särkyvät. Öljy alkaa näin loiskia vasten pumpun metallipintoja synnyttäen meteliä ja onpa mahdollista, että pumpu repeytyy hajalle. Ilmiötä kutsutaan kavitoimiseksi. Samantapainen tilanne syntyy perämoottorin käydessä, kun potkurin lavan toiselle puolelle syntyy alipaine ja sen myötä vesi alkaa kylmäkiehua muodostaen pieniä kuplia. Tyhjiökuplat eivät kestä ympäröivää painetta, vaan ne hajoavat välittömästi ja synnyttävät meteliä, ja potkurin rikkoutuminen on mahdollista.

Missä tilanteissa tällainen ilkeä kavitoiminen sitten syntyy? Kavitoiminen tapahtuu alipainepuolella ja alipaineen voi synnyttää monen moinen häiriö imutapahtumassa eli esimerkiksi pumpu ei täyty riittävän tehokkaasti. Ensimmäisenä kohtana voitaisiin palata jokunen rivi taaksepäin ja tarkastella pumpun liian suurta pyörimisnopeutta, joka saa aikaiseksi äkkinäiset tilavuuden muutokset pumpun pesässä ja näin kavitoiminen on tosiasia.

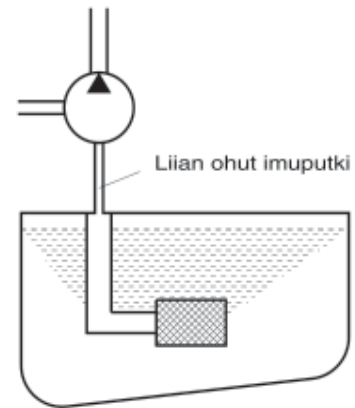


Pumppusysteemit voivat olla varustettu imusuodattimilla ja jos nämä pääsevät tukkeutumaan pumpun pyöriessä, syntyy imuputkeen riittävän suuri alipaine kavitoimiselle. Myös tukkeutunut huohotinsuodatin on riittävä syy kavitoimiselle. Hengittävissä säiliöissä on huohotinjärjestelmä, jonka tukkeutuminen estää korvausilman tulon säiliöön aiheuttaen näin helposti alipaineen pumpulle ja sitä myötä seuraa kavitoiminen. Tietysti tukkeutunut huohotin aiheuttaa toisissa tilanteissa myös ylipaineen säiliöön siitä johtuvine seurannaisineen.



Kavitoimista voi aiheuttaa myös liian suuri imukorkeus eli pumppu sijaitsee liian korkealla nestepintaan nähden. Nesteellä on oma viskositeettinsa ja silloin tämän sisäisen kitkan johdosta virtausvastukset tulevat niin suuriksi, että pumppu ei yksinkertaisesti jaksa pumpata nestettä riittävällä teholla ja näin syntyy jälleen vajaatäyttö.

Vajausta pumpun imupuolella voi syntyä myös silloin, kun imuputki on liian pieni halkaisijaltaan eli siitä ei tavallaan sovi menemään riittäviä nestemääriä. Jos järjestelmässä on imupuolella hyväksi havaittu taipuisa imuletku, saattaa sisäletkun vulganointi pettää ja aiheuttaa näin kuristuksen imutapahtumaan ja taas on vajaatäyttöä pumpulla, joka voi aiheuttaa liian suuren alipaineen ja pumppu kavittoi. Normaalisti imuletkut on kuitenkin vahvistettu sisäpuolelta spiraalijousella, joka estää tällaisen tukkeuman muodostumisen mahdollisessa vulganoinnin pettämistapahtumassa.



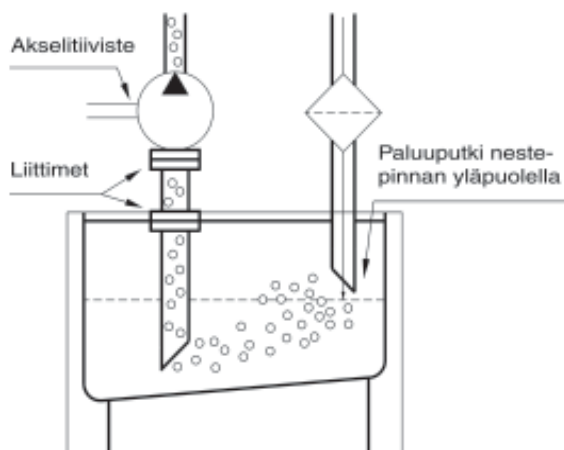
Hyvät edellytykset kavitoimiselle antaa myös olosuhteisiin nähden liian viskoosi öljy. Tämähän tulee luonnollisesti vastaan pääasiassa pakkaskausina, jolloin kylmä kangistaa sen kanssa tekemisiin joutuneet huonosti varustautuneet systeemit.

Kavitoimista voi ilmetä kaikkialla systeemissä, missä vain on mahdollisuus alipaineen muodostumiselle. Esimerkkeinä voi mainita venttiilit, putkistot, sylinterit ja moottorit pumpun lisäksi. Sylinterillä voi olla liian suuri kuorma laskettavana, jolloin pumppu ei enää ohjaakaan kuormanlaskua, vaan kuorma ottaa vallan. Kavitoiminen sylinterissä on hyvin todennäköistä muista ongelmista puhumattakaan, mutta nämä sitten toisessa yhteydessä.

Runsas kavitoiminen on erittäin tuhoisaa koneen osille, sillä sen haittavaikutuksina ovat voimakkaat paineiskut ja värähtelyt ääni-ilmiöineen. Paineiskut kulluttavat pumppua hämmästyttävän nopeasti, sillä kuikin isku lähdeääni murusen metallia mukaansa.

ILMAVUOTO IMUPUOLELELLA

Ilmavuoto imupuolella liittyy pumppuihin ja aiheuttaa kutakuinkin samanlaisen ääni-ilmiön kuin kavitoiminen, mutta seuraukset eivät ole samanlaisia, eivätkä yhtä tuhoisia. Silti ilmavuotokin on systeemille haitallinen, eikä näinollen ole kovinkaan toivottavaa.



Mistä sitä ilmaa järjestelmään sitten on mahdollista päästä? Mahdollisuuksiahan on monia, mutta tarkastellaan tässä muutamia. Liittimet voidaan kiertää liian löysään kiinni. Imupuolella on putkistossa lievä alipaine ja näin voi ulkoinen ilmanpaine vaikuttaa siten, että pumppu imaisee löysän liittimen kautta ilmaa systeemiin. Myöskin läpivientiliittimet ja T - liittimet voivat vuotaa ilmaa pumpulle.

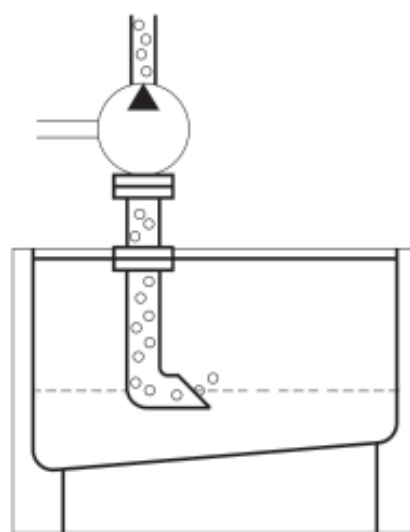
Kun ilma siirtyy vuorostaan painepuolelle, syntyy puristusta ilmakuplaan ja ennen hajoamistaan ilmakuplan lämpötila saattaa nousta jopa 710 asteeseen Celsiusta. Näin esimerkiksi mineraaliöljyn lämpötila tämän johdosta alkaa pikku hiljaa kohota ihanteellisesta 55 - 65 asteesta ylöspäin aste asteelta ja jokainen 10 asteen nousu öljyn käyttölämpötilassa puolittaa sen käyttöiän.

Toisaalta ilma saa öljyn seassa aikaan pahaa joustoa, koska se on huomattavasti kokoonpuristuvampaa kuin öljy. Tästä johtuen syrjäytyselimet kuten siivet, männät tai hampaat alkavat hakata toisiaan vastaan ja näin kuluvat. Lisäksi toimilaitteilla syntyy epätoivottua joustoa ja heijasta.

Jos ilmaa on paljon öljyn seassa ja paine nousee suureksi, on mahdollista, että syntyy ns. dieseleffekti eli öljy syttyy hetkittäin palamaan ja koksaa tiivisteet ja muun systeemin ja homma on pilalla.

Eräs tarkkailtava kohde hydraulikkajärjestelmässä on säiliössä olevan öljyn pinnan korkeus. Jos pinta pääsee putoamaan liiaksi, pumppauksessa imuputki suorastaan ryyssä ilmaa öljyn sekaan. Säiliön paluuputkikaan ei saa päätyä nestepinnan yläpuolelle, sillä silloin se vaahdottaa öljyä voimallisesti, eikä ilma ehdi poistua nesteestä ennen joutumistaan uudeen kierto.

Kaikki sellaiset kohteet, jotka kuluvat tai rikkoutuvat helposti, voivat tarpeeksi väljennyttyään olla ilmavuodon aiheuttaja. Esimerkkinä tällaisesta mainittakoon akselitiivisteet, jotka päästävät ilmaa lävitse vikaantuessaan.



Ilmavuodon siis tunnistaa äänestä, joka muistuttaa paljon kavitoimisääntä. Jotkut kokeneet asentajat väittävät tunnistavansa nämä äänet erilleen. No, vaikeata se ainakin on ja tuskin aina ihan vedenpitävääkään.

Ilmavuodon voi useasti paikallistaa esimerkiksi vaseliinin avulla. Voidellaan epäilyttävä kohta vaseliinilla ja jos vuotoääni loppuu, vika onkin löytynyt. Joskus joudutaan käymään systeemiä läpi liitin kerrallaan oikean kohdan löytymiseksi. Säiliön nestepinnan tarkistus lasista katsoen kuuluu luonnollisesti tarkistuskohteisiin.

TEHO

Hydraulinen teho, jota merkitään isolla P kirjaimella, on paine kerrottuna tilavuusvirralla eli kirjaimin $P = p \times Q$. Laatuinahan p on baria ja Q taas l/min ja kun nämä kerrotaan keskenään, saadaan laaduksi bar l/min, mutta kun jaetaan lukuarvo 612:lla, päästään tutumpiin yksiköihin, koska saadaan laaduksi kilowatti. Jakajana voi käytännön laskuissa hyvin olla 600, jolloin päässä laskukin onnistuu. Yleensä on varmintä käyttää SI -yksiköitä.

Jos siis pumpun tuottona tulee olla 30 litraa minuutissa 200 barin paineella, niin kuinka suuri sähkömoottori vaaditaan systeemiä pyörittämään? Kertomalla luvut keskenään saadaan luku 6000 bar l/min, ja kun jaetaan se 600:lla huomataan, että moottorin tehontarve on 10 kW.

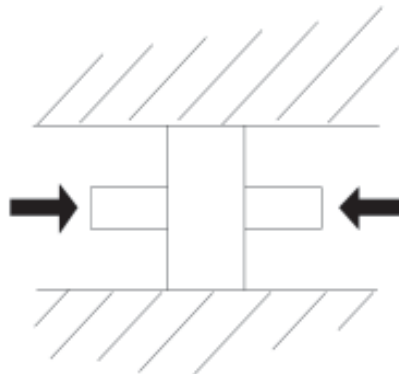
Tehontarvettahan toki lisäävät häviöt ja toimilaitteet järjestelmän eri osissa. Hydraulisen tehon kaavan osaaminen ja käsitteen ymmärtäminen on erittäin tärkeätä niin suunnittelijoille kuin myös asentajille, sillä tähän tullaan törmäämään vielä useasti esimerkiksi häviösäätöjen ja vuotojen yhteydessä sekä vianetsinnässä järjestelmän lämmitessä.

HYDRAULINEN TASAPAINO

Hydraulisen tasapainon ymmärtäminen on osoittautunut yllättävän vaikeaksi toimittaessa hydrauliiikan eri suoritusasoilla. Paineen kaava $p = F/A$ on jo tuttu aiemmilta sivuilta ja kun tätä hieman muokkaamalla saadaan voimaa ilmaisemaan kaava

$$\text{Voima} = \text{Paine} \times \text{Pinta-ala} \quad \text{eli } F = p \times A.$$

Siis jos tunnetaan järjestelmän paine ja sylinterin tai vastaavan se pinta-ala, johon paine kohdistuu, niin saadaan laskettua voima, jolla sylinteriä liikutetaan.



Oheisessa kuvassa on luistinpatkka pesässään ja molemmilla puolilla luistia on yhtä suuret pinta-alat ja jos myös paineet ovat yhtäsuuret, kumoavat syntyvät voimat toisensa ja luisti pysyy paikallaan ja näin on syntynyt hydraulinen tasapaino tässä tapauksessa.

Tätä tasapainoilmiötä käytetään hydrauliiikassa hyvin paljon, sillä hydrauliiikka on tasapainoilua tasapainolla. Suuntaventtiilit järjestetään tasapainoon aina, kun niiden läpi ei virtaa öljyä, sillä silloin saadaan ohjausvoimat pieniksi. Esiohjatut paineventtiilit toimivat periaatteessa siten, että ensin järjestetään hydraulinen tasapaino ja sen jälkeen tätä tasapainoa järkytetään.

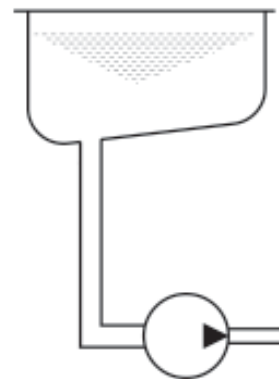
HYDROSTAATTINEN PAINE

Hydrostaattinen paine ilmaistuna kaavan muodossa on

$$p_h = \rho \times g \times h$$

jossa ρ on nesteen tiheys kg/m^3 , g on taas maan vetovoiman kiihtyvyyden (siis $9,81 \text{ m/s}^2$) ja h on nestepatsaan korkeus.

Hydrostaattinen paine on nesteen oman painon aiheuttama paine. Hydrauliiikassa on muistettava, että mitä korkeampi säiliö on käytettävissä, sitä suurempi paine pohjalla vallitsee ja tätä ilmiötä käytetään hyväksi joskus siten, että pumppu sijoitetaan säiliön alapuolelle, jolloin hydrostaattinen paine huolehtii siitä, että pumppulle ei synny alipainetta, eikä se näin ollen myöskään kavitoi. Rakennetta kutsutaan alarakenteiseksi koneikoksi.



Vastaavasti koneikko voi olla myös ylärakenteinen, jolloin pumppu ja sähkömoottori sijaitsevat säiliön kannella. Tietysti pumppu voidaan myös sijoittaa öljyyn ja sähkömoottori kannelle, mutta nämähän ovat tietysti niitä eri asioita, kuten joskus on todettu.

