

Monisteen sisältö

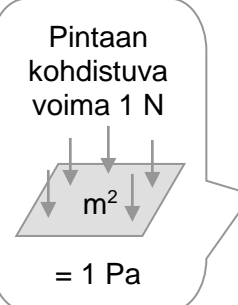
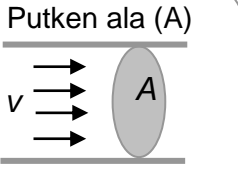
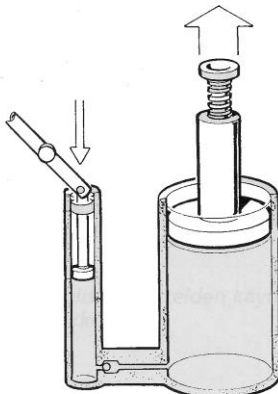
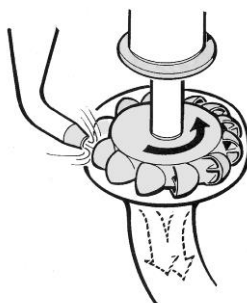
- Hydrauliiikan ja pneumatiikan taustoja
- Paineilman tuottaminen ja paineilmaverkko. Ilman pitäminen kuivana.
- Hydrauliiikkajärjestelmä ja hydraulikoneikko.
- Hydraulipumppu ja paineilmakompressori.
- Toimilaitteet: sylinteri ja moottori.
- Venttiilit: suunta-, paine-, virtaus- ja vastaventtiilit.
- Putket, letkut ja liittimet.
- Hydrauliiikkanesteet. Nesteisiin liittyviä suureita: tiheys, viskositeetti, viskositeetti-indeksi, jähme- ja leimahduspiste.
- Kaaviopiirustukset ja komponenttien piirustusmerkit.
- Korroosio/kavitaatio.

Johdattelua kone- ja metallialan tekniikoihin

- Hydrauliiikan ja pneumatiikan perusteet

Opiskelumoniste antaa kokonaiskuvan hydrauliiikasta ja pneumatiikasta.

Hydrauliiikan ja pneumatiikan taustoja

<p>Hydrauliiikassa käytetään hyväksi nesteen ominaisuuksia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - neste ei puristu kokoon 	<p>Pneumatiikassa käytetään hyväksi paineilman ominaisuuksia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ilma puristuu kokoon
<p>Pintaan kohdistuva voima 1 N</p>  <p>= 1 Pa</p>	<p>Yhteistä:</p> <ul style="list-style-type: none"> - paine leviää ja täyttää astian tasaisesti - paine kohdistuu aina kohtisuorasti ympäröiviin seinämiin - $\text{paine} = \frac{\text{voima}}{\text{pinta - ala}} = \frac{F}{A}$ - paineen yksikkö = $\frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \text{Pa}$ (pascal), käytetään myös yksikköä bar (baari) <p>1 bar = 100 000 Pa = 100 kPa = 0,1 MPa</p>
<ul style="list-style-type: none"> - järjestelmän paine esim. 20 MPa (200 bar) 	<ul style="list-style-type: none"> - järjestelmän paine esim. 0,6 MPa (6 bar)
<p>Putken ala (A)</p>  <p>virtausnopeus (v)</p>	<p>Yhteistä:</p> <ul style="list-style-type: none"> - nesteen tai ilman virtaus määrää toimilaitteiden liikkeen suunnan ja nopeuden - tilavuusvirta $Q = A * v$ - tilavuusvirran yksikkö = $\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ tai $\frac{\text{l}}{\text{min}}$ <p>yksikkö on tavallisesti litraa minuutissa</p>
<p>Hydrauliiikalla saadaan aikaan suuria voimia ja momenteja, liikkeet ovat tarkkoja, liikettä ja voimaa on helppo hallita ja muuttaa.</p>	<p>Pneumatiikka soveltuu kevyeen ja nopeaan kappaleenkäsittelyautomaatioon, jossa ei vaadita suurta paikoitustarkkuutta.</p>
	<p>Yhteistä: Liikkeet voivat olla joko pyöriviä tai suoraviivaisia (lineaarisia).</p> 

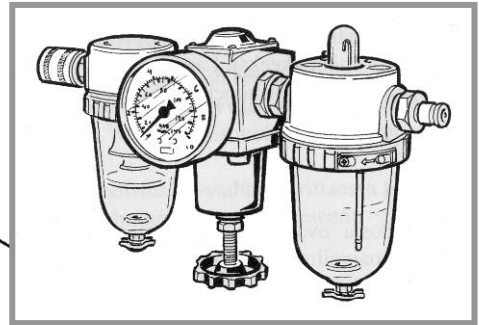
Miten paineilma kehitetään?

Tavoitteena kelpollinen paineilma eli kuiva ilma, jonka paine on 6 - 8 bar.

Paineilmaverkostoon voi kertyä vettä tai sinne voi päästä paineilmalla käyviä laitteita viottavia epäpuhtauksia. Niiden pääsy paineilmalaitteeseen estetään paineilman ulosottopisteen **huoltolaitteella**. Siinä on vedenerotin, paineensäädin ja mahdollisesti myös sumuvoitelulaite. Huoltolaitte on yksittäistä konetta tai laitetta ajatellen paineilmajärjestelmän tärkein osa. **Huoltolaitteen kunto ja suodatuskyky ratkaisevat viime kädessä toimilaitteiden saaman paineilman laadun.**

Ilma johdetaan paineilma-verkostoon. Runkoverkosto on tehty tavallisesti teräsputkesta hitsaamalla. Putkiin laiteaan sulkuventtiilejä, joilla osa verkostosta voidaan sulkea esim. huolto- ja korjaustöiden ajaksi.

Veden pääsy toimilaitteisiin estetään myös verkoston rakenteilla: laskeva linja ja ulosotot joutsenkauloilla.

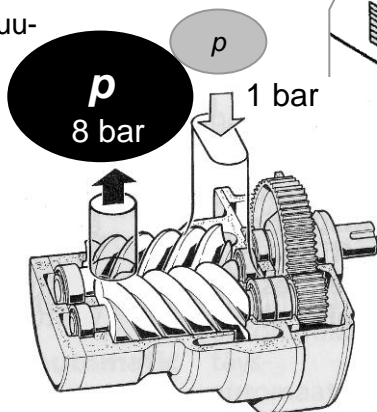


Pieni, mutta tärkeä varoventtiili suojaa järjestelmää ylisuurilta paineilta.

Kuuma ilma jäähdyytetään. Ilmassa oleva vesi tiivistyy ja se poistetaan jälkijäähdyttimessä.

Jäähdyttimen perässä on usein paineilmasäiliö. Paineilmasäiliöön liitetyt paineanturit ohjaavat esim. mäntäkompressorin käyntiä. Maksimipaine pysäyttää kompressorin. Säiliön paineen lasku minimitasolle käynnistää kompressorin uudelleen.

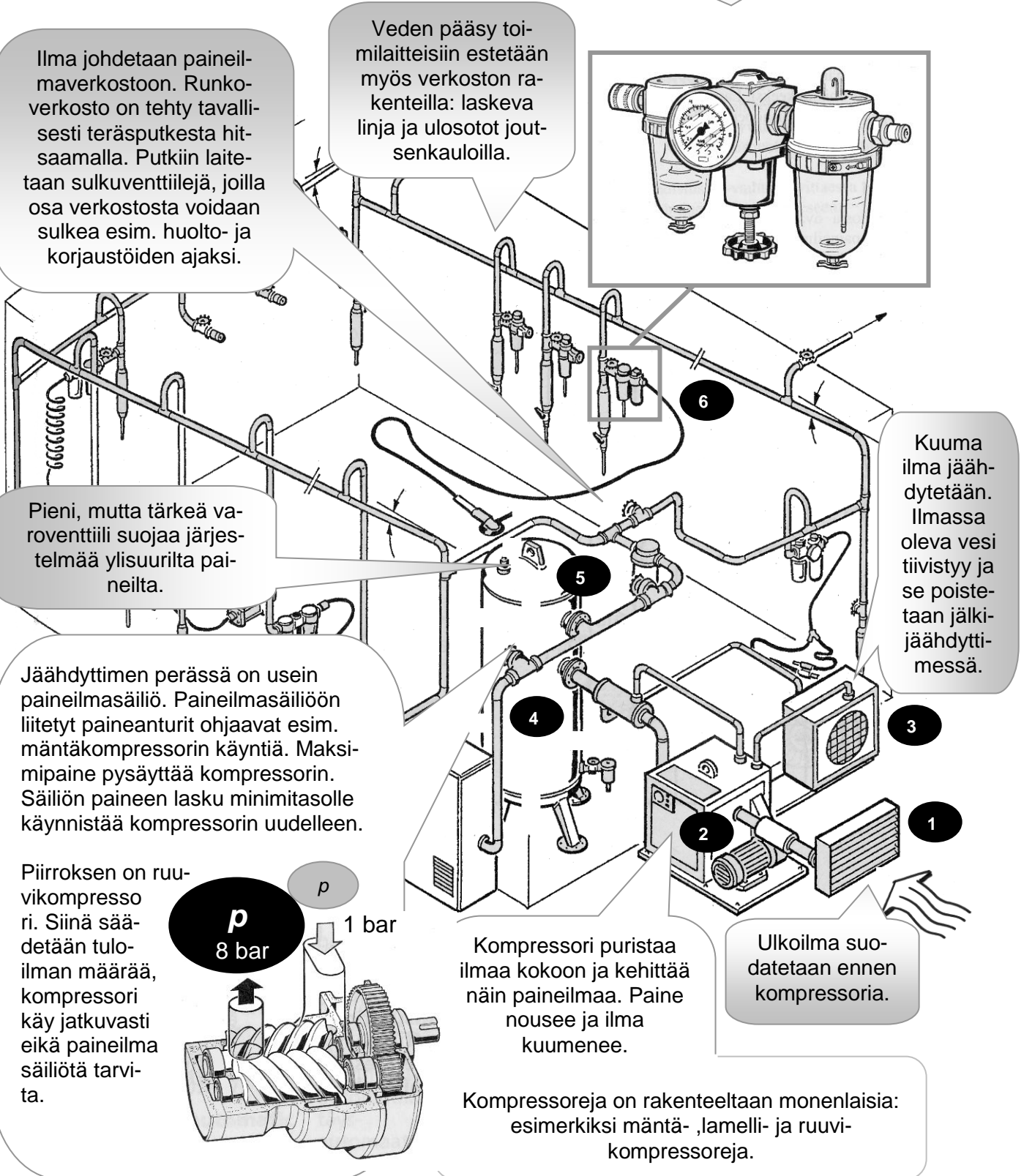
Piirroksen on ruuvikompressori. Siinä säädetään tuloilman määrää, kompressori käy jatkuvasti eikä paineilmasäiliötä tarvita.



Kompressori puristaa ilmaa kokoon ja kehittää näin paineilmaa. Paine nousee ja ilma kuumenee.

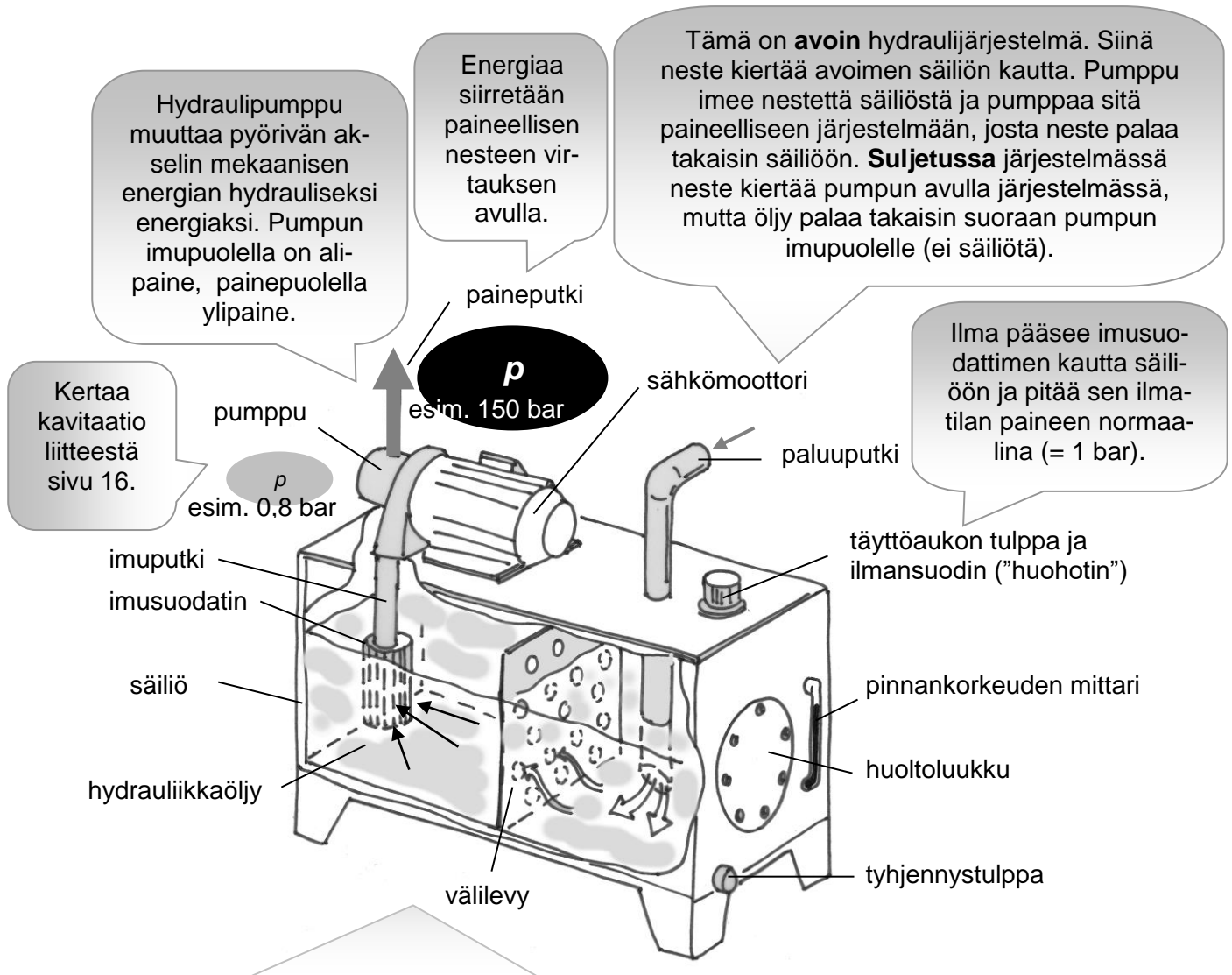
Ulkoilma suodatetaan ennen kompressoria.

Kompressoreja on rakenteeltaan monenlaisia: esimerkiksi mäntä-, lamelli- ja ruuvikompressoreja.

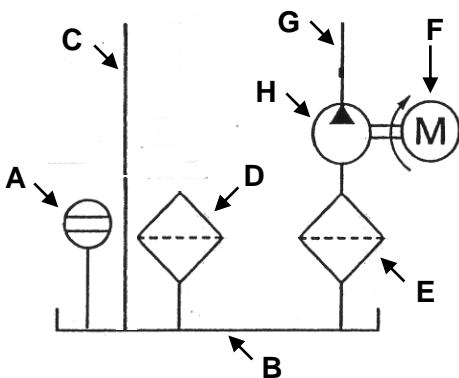


Miten paineinen öljy synnytetään?

Hydraulikoneikossa sähköenergia muutetaan pumpun avulla hydrauliseksi eli nesteen paineeksi.



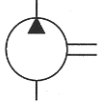
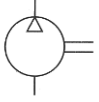
Nestesäiliö muodostaa koneikon rungon. Se varastoi järjestelmässä tarvittavan hydraulikkaneesteen, jäädyttää sitä, estää sen likaantumisen sekä suodattaa jo syntyneet epäpuhtaudet. Nestesäiliössä oleva väliseinä tasoittaa nesteen virtausta imuputken ja paluuputken välillä.

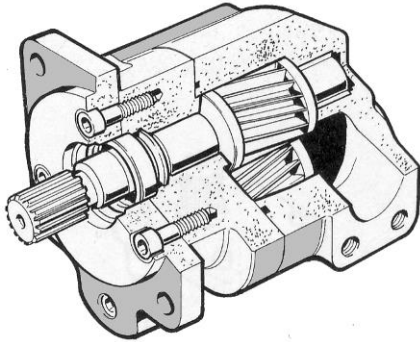


Hydrauliikan ja pneumatiikan piirustuksissa käytetään yhteisesti sovittuja (standardisoituja) piirrosmerkkejä. Opiskelumunisteen liitteenä ovat piirrosmerkit selityksineen.

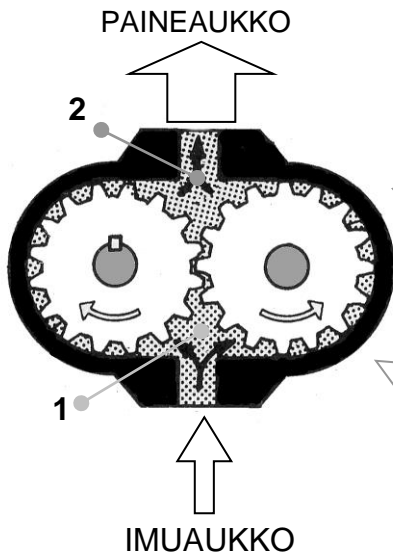
HARJOITTELUA. Vastaako viereisen sivun merkit yllä esiteltyä hydraulikoneikkoa? **Mitä symbolit tarkoittavat?**

Rinnastuksia energialähteistä – pumppu ja kompressori:

Hydrauliikka			Pneumatiikka		
pumppu	virtaus yhteen suuntaan		kompressori	virtaus yhteen suuntaan	



Hydraulipumppu ylläpitää järjestelmässä painetta ja laittaa hydrauliikkanesteen liikkeelle (= tilavuusvirta). Pumput ovat kiinteä- tai säätötilavuuspumppuja. Kiinteätilavuuksisten pumppujen tuotto (l/min) riippuu pumpun akselin pyörimisnopeudesta. Säätötilavuuspumppuilla tuottoa voidaan säätää. Hammaspyöräpumppu on yleisin kiinteätilavuuspumppu.

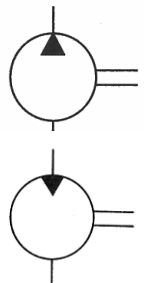


Pumpun toiminnan periaate:

- Pumppu aiheuttaa imupuolelle (1) alipaineen, jolloin säiliön ilmanpaine painaa öljyn pumpun imupuolelle.
- Öljyn paine kasvaa, kun hampaat tuovat öljyä painepuolen tilaan (2) ja työntää paineellisen öljyn paineaukosta paineputkeen.

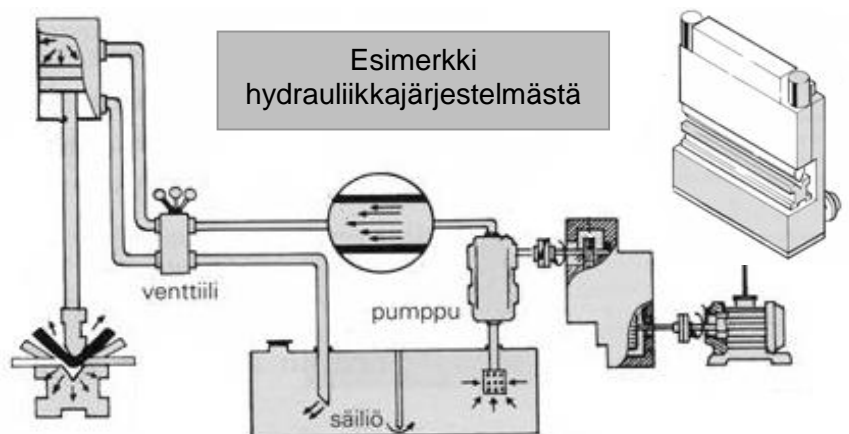
Hydrauliikkapumppu ja -moottori ovat toistensa peilikuvia:

- Kun energia siirtyy akselilta paineelliseksi nesteeksi, on kyseessä pumppu.
- Kun paineellinen neste laittaa hammaspyörät ja akselin pyörimään, on kyseessä moottori.



Hydrauliikkajärjestelmät

Opiskelimme ammattifysiikassa hyötysuhdetta oheisen hydrauliikkajärjestelmän avulla (= särmäyspuristin). Siinä nesteen virtausta ja painetta ohjataan venttiileillä ja hallitaan järjestelmän käyttäytymistä. Tutustumme seuraavaksi ”järjestelmän osiin” tarkemmin.



Järjestelmä ja kaavio

Toimielin:

⑧ sylinteri

Venttiilejä:

⑦ virransäätöventtiili

⑥ vastaventtiili

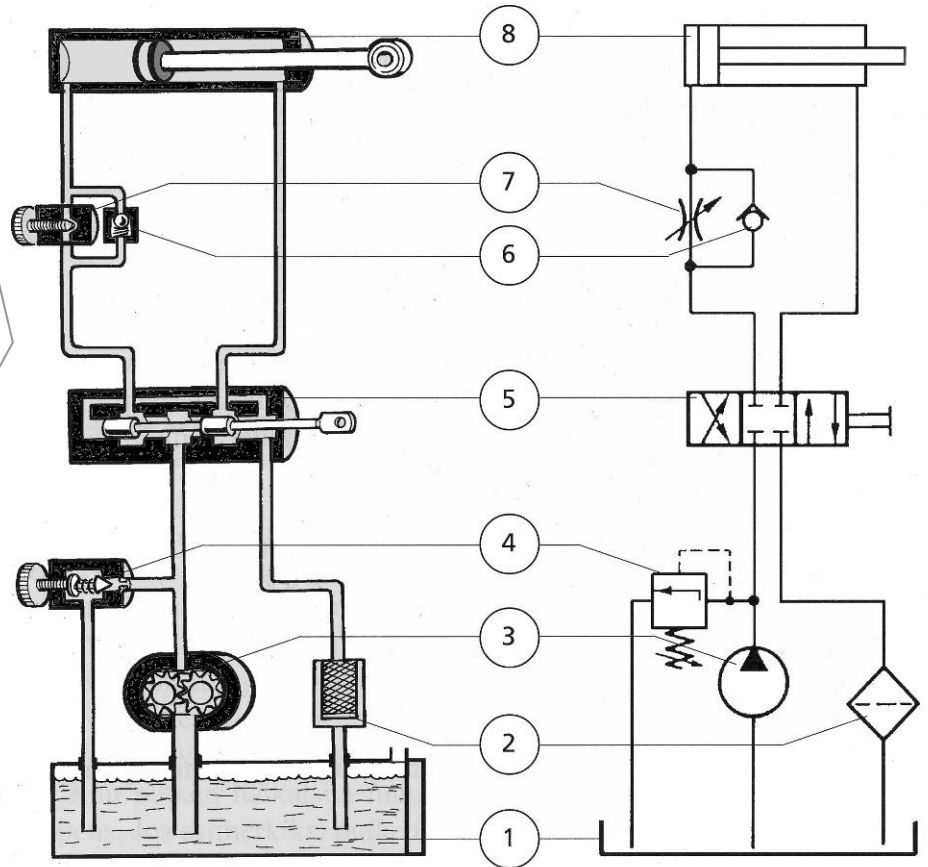
⑤ suuntaventtiili

④ paineenrajoitusventtiili

③ pumppu

② paluusoodin

① öljysäiliö



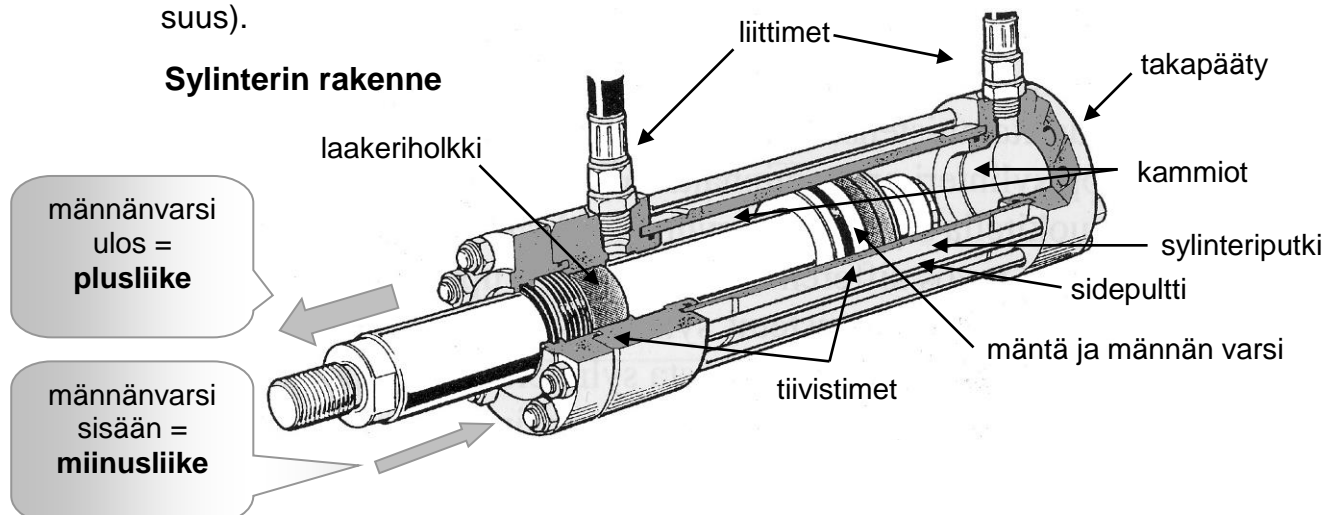
Hydrauliikan ja pneumatiikan **toimilaite** muuttaa paineellisessa nesteessä tai ilmassa olevan energian mekaaniseksi liikkeeksi ja energiaksi. Tavallisimpia toimilaitteita ovat **sylinterit** ja **moottorit**. Sylintereillä saadaan suoraviivainen liike ja moottoreilla pyörivä liike. Paineilmamoottoreita käytetään hioma- ja porakoneissa. Hydraulimoottoreita käytetään esimerkiksi raskaiden koneiden vetävien pyörien napamoottoreina.

Toimilaitteiden vertailua:

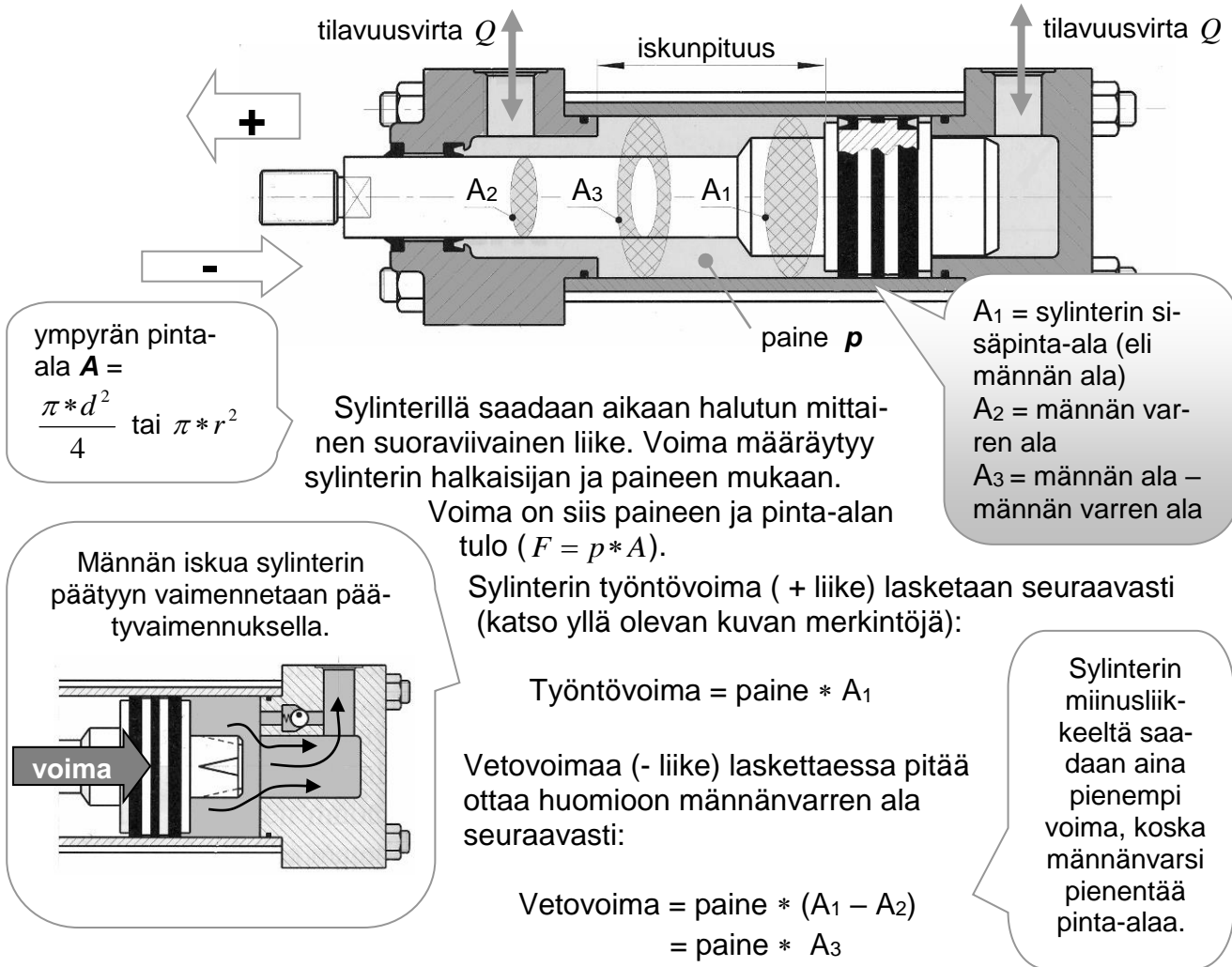
Hydrauliikka	Pneumatiikka
Korkeat paineet, isot voimat ⇒ toimilaitteet vankkarakenteisia ⇒ sylinterit paksuseinäistä terästä.	Alhaiset paineet, pienet voimat ⇒ toimilaitteet kevytrakenteisia ⇒ sylinterit ohutseinämäistä alumiinia.

Yleensä sylinterit valmistetaan standardimittojen mukaan (vrt. vaihtokelpoisuus).

Sylinterin rakenne



Poikkileikkauskuva samasta sylinteristä



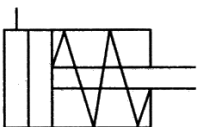
Sylinterin liikenopeuden laskemiseen tarvitaan tieto sylinteriin tulevan nesteen (tai ilman) tilavuusvirrasta (Q). Kun se tiedetään ja männän pinta-alatunnetaan, saadaan liikenopeus seuraavasti:

Muista!
Liikenopeutta säädetään tilavuusvirran avulla (vrt. venttiilit)

$$\text{Liikenopeus (+ liike) } v = \frac{Q}{A_1} \text{ ja sisään (- liike) } v = \frac{Q}{A_3}$$

Yleisimpiä sylinterityyppejä ovat yksitoimiset ja kaksitoimiset sylinterit.

Yksitoimisen sylinterin tunnus (palautus jousen avulla):

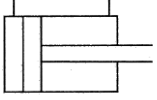


Yksitoimisessa sylinterissä paine ohjataan vain toiseen kammioon, jolloin sylinterin mäntä tekee liikkeen. Männän palautus tapahtuu tavallisesti jousivoiman avulla. Kyseisellä sylintereillä saadaan aikaan tehokas liike vain toiseen suuntaan.

Pneumatiikassa yksitoimisia sylintereitä käytetään kappaleiden kiinnittämiseen, lukitsemiseen, puristamiseen yms.

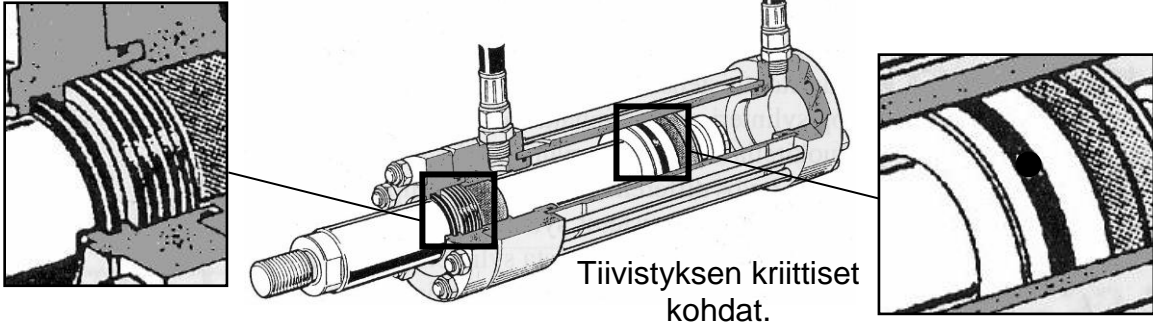
Hydrauliikassa yksitoimisia sylintereitä käytetään esimerkiksi nostolaitteissa, kiinnittimissä, jarruissa ja puristimissa.

Kaksitoimisen sylinterin tunnus:



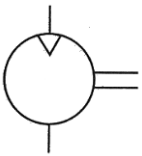
Kaksitoimisessa sylinterissä paineilma tai paineellinen neste voidaan ohjata männän molemmille puolille. Tällöin mäntä tekee työtä myös paluuliikkeellä. Mäntä voidaan ajaa ääriasennosta toiseen. Kaksitoimiset sylinterit ovat yleisimpiä sylintereitä hydrauliiikan sovelluksissa.

Sylinterin tiivistäminen vuotoilta on vaativa työ, koska mäntä on liikkuva ja männänvarsi tulee ulos sylinteriputkesta. Tiivistyksen kannalta tärkeimmät kohdat ovat männän ja sylinterin seinän sekä männän varren ja sylinteripäädyn väliset liukupinnat.



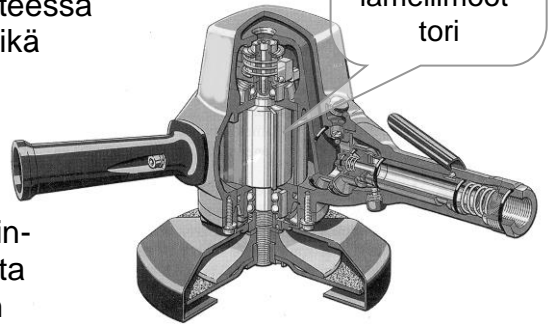
Tiivistyksen kriittiset kohdat.

Paineilmamoottorin tunnus:

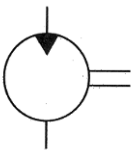


Paineilmamootoreissa paineilma saa aikaan pyörivän liikkeen. Niitä käytetään esimerkiksi paineilmakäsityökaluissa. Kun paineilmamootoria kuormitetaan, sen kierrosnopeus laskee, mutta vääntömomentti kasvaa. Paineilmamootoria voidaan kuormittaa periaatteessa pysähdyksiin asti. Se ei ylikuumene eikä vaurioidu.

Paineilmalla toimivassa hiomakoneessa on lamellimoottori

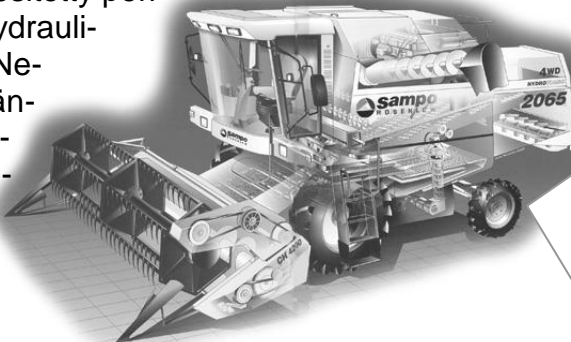


Hydraulimoottorin tunnus:

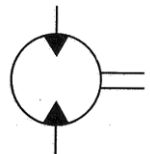


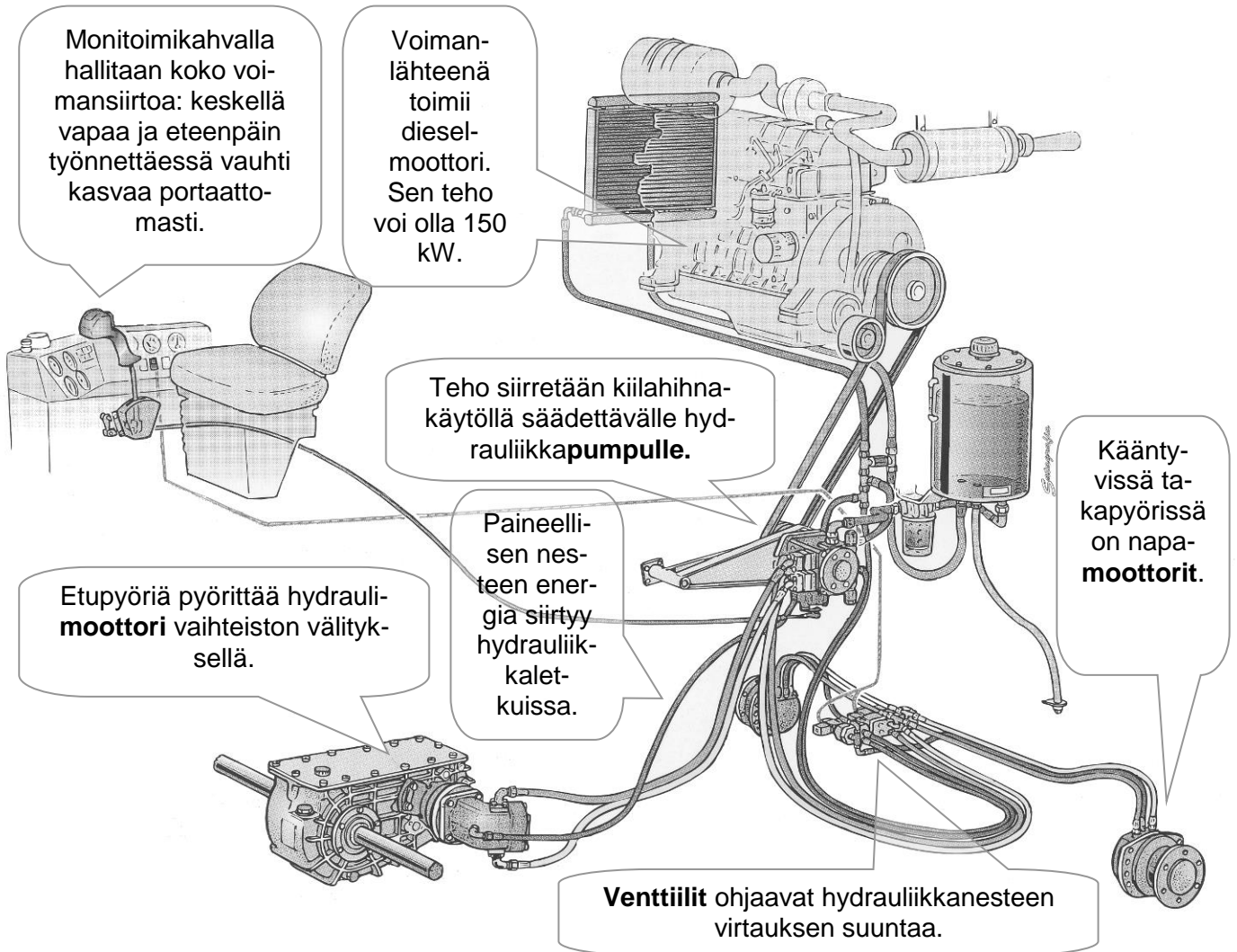
Hydraulimoottorit vastaavat rakenteeltaan hydraulipumppuja. Vain toimintasuunta on vastakkainen. Mootoreista saadaan suuri **momentti** ja **teho** niiden kokoon verrattuna. Ne voivat olla hidaskäyntisiä. Hidaskäyntisistä saadaan suurempi vääntömomentti kuin nopeakäyntisistä. Kuten pumput, hydraulimoottoritkin voivat olla joko vakio- tai säätötilavuuksisia.

Seuraavalla sivulla on esitetty periaate leikkuupuimurin hydraulisesta voimansiirrosta. Nelivedossa etupyöriä vääntää yksi hydraulimoottori. Kääntyvissä takapyörissä on napamoottorit.



Ajoneuvojen hydraulimoottorit toimivat molempiin suuntiin. Tällaisen moottorin tunnus on:



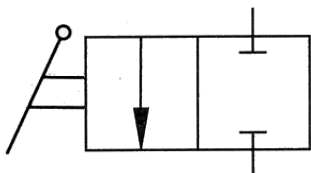


Venttiilit

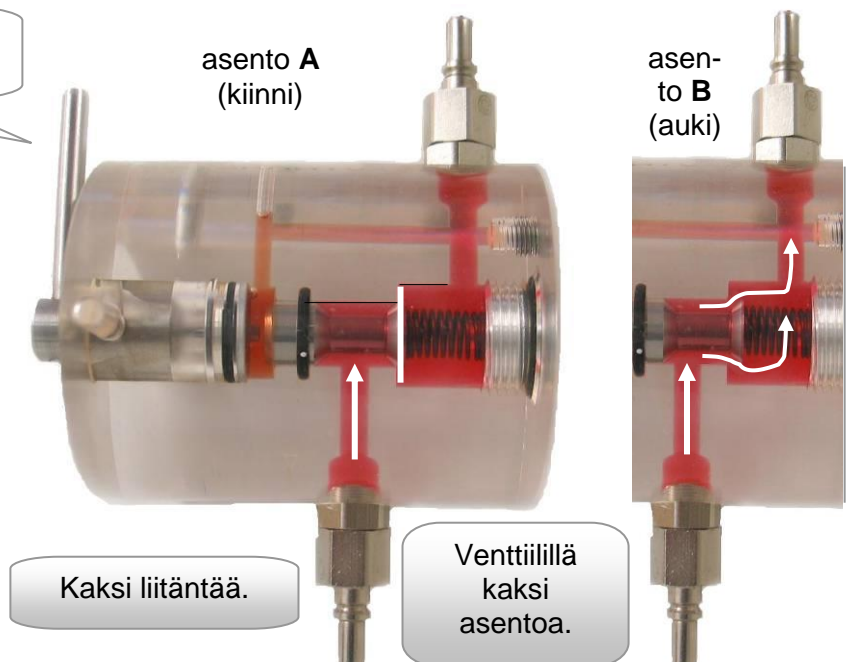
Venttiili ohjaa tai säätää järjestelmän toimilaitteita (= sylintereitä, moottoreita jne.). Venttiilit voidaan jakaa toimintansa mukaan suunta-, paine-, virta- ja erikoisventtiileihin. **Suuntaventtiilit** ohjaavat tilavuusvirran suuntaa ja toimilaitteen liikettä. Ne ovat järjestelmän ohjauksen ydin ja voivat olla toiminnaltaan moniasentoisia. Yksinkertaisin on tyypiltään 2/2-suuntaventtiili.

Venttiilin ohjaus vivulla (auki tai kiinni).

2/2-suuntaventtiilin tunnus:

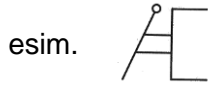


- kaksi asentoa (= kaksi neliötä, oikealla asento A ja vasemmalla asento B)
- kaksi liitäntäaukkoa
- vipuohjaus

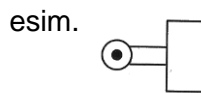


Lihashojauksessa

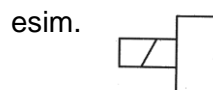
venttiiliä ohjataan lihasvoimalla. Tyypillisimmät tavat ovat painonappi-, vipu- ja jalkapoljinohjaus.

**Mekaanisessa ohjauksessa**

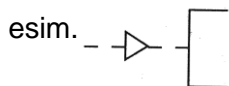
venttiiliin on liitetty esim. tappi, jota painettaessa venttiilin tila vaihtuu. Ohjaus voidaan toteuttaa niin, että jokin koneen liikkuva osa painaa ohjaustappia.

**Sähköisessä ohjauksessa**

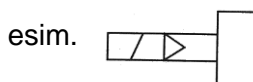
venttiiliin on liitetty magneettikela. Kelaan kytketty sähkövirta synnyttää magneettikentän, jonka vaikutuksesta ohjauskara liikkuu ja avaa kanavat.

**Paineohjauksessa**

venttiiliä ohjataan erillisellä ohjauspaineella. Ohjauspaine siirtää karaa, jolloin kanavat aukeavat.

**Yhdistelmäohjauksella**

tarkoitetaan sähkö-paineohjausta. Tämä on nykyään kaikkein käytetyin suuntaventtiilin ohjaustapa.

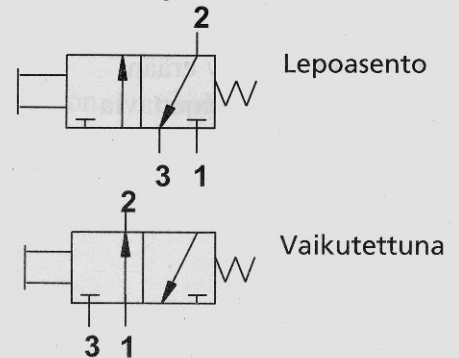
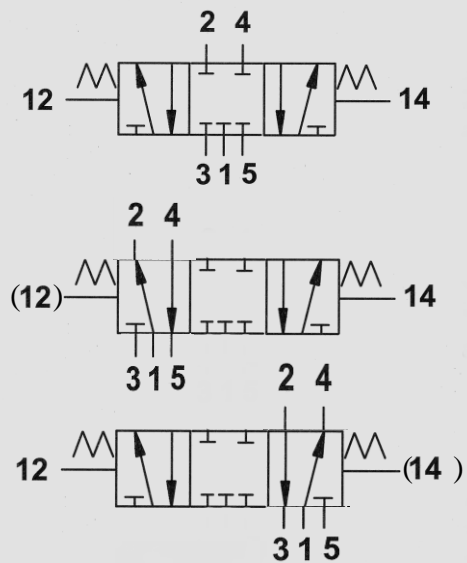


Edellä selvitettiin suuntaventtiilin toimintaa ja sen merkintää. Viereisessä kahden erilaisen **3/2-venttiilin** piirrosmerkit. Siinä on kolme liitäntäaukkoa ja kaksi venttiilin asentoa. Normaalitilassa kanava 2:sta 3:en on auki ja kanava liittimeen 1 kiinni. Kun venttiiliin vaikutetaan (painetaan tappia), kanava 1:stä 2:een aukeaa ja kanava 3 menee kiinni.

Suuntaventtiilit voivat antaa vieläkin useampia vaihtoehtoja. **5/3-suuntaventtiilissä** on 5 liitäntää ja 3 venttiilin asentoa. Venttiilin karaa ohjataan (päästä toiseen) liitännöillä 12 ja 14. Jouset palauttavat venttiilin keskiasentoon. Keskiasennossa kaikki kanavat ovat kiinni (ylin kuva). Kun venttiili on toisessa laidassa (keskimmäinen kuva), avautuvat kanavat 1:stä 2:een ja 4:stä 5:een ja kanava 3 on kiinni. Ja kun venttiili on kolmannessa asennossa (alin kuva), kanavat aukeavat 2:sta 3:een ja 1:stä 4:ään, kanava 5 on kiinni.

Suuntaventtiilin ohjauksella tarkoitetaan toimintoa, joka vaihtaa karan asennon halutuksi. Ohjaus voi olla yksitoiminen tai kaksitoiminen. Yksitoimisessa venttiilissä ohjauksen palautus tapahtuu jousen avulla. Tällöin venttiilin ohjausta on pidettävä toiminnassa, kunnes venttiilin tila halutaan palauttaa perusasentoon. Kaksitoimisessa venttiilissä on kaksi vastakkaista ohjauspäätä. Tällöin venttiilin ohjaukseen riittää lyhyt impulssi, joka ohjaa venttiilin toiseen tilaan. Suuntaventtiilien ohjaustavat ovat seuraavat:

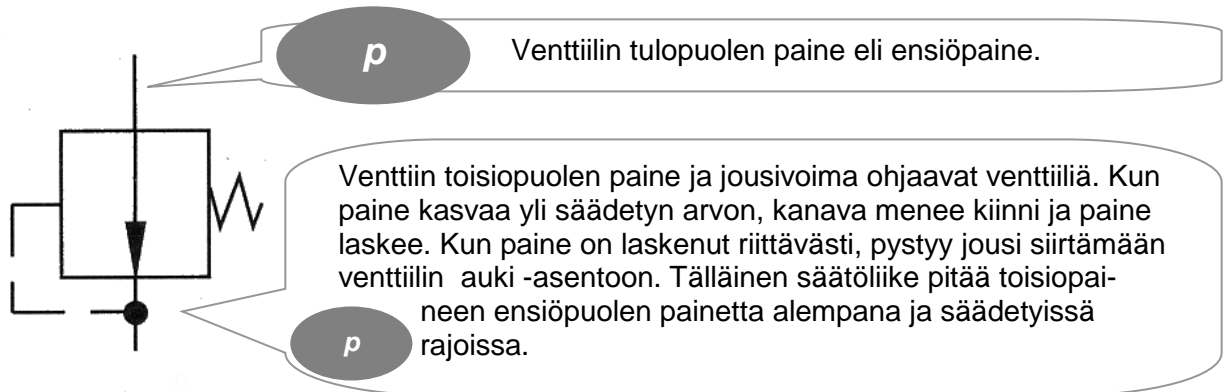
- lihashojaus
- mekaaninen ohjaus
- sähköinen ohjaus
- paineohjaus
- yhdistelmäohjaus

Normaalisti suljettu 3/2-suuntaventtiili**5/3-suuntaventtiilien keskiasennot**

Paineventtiileiltä ohjataan paineen avulla. Paineventtiilit voidaan jakaa seuraaviin kolmeen ryhmään:

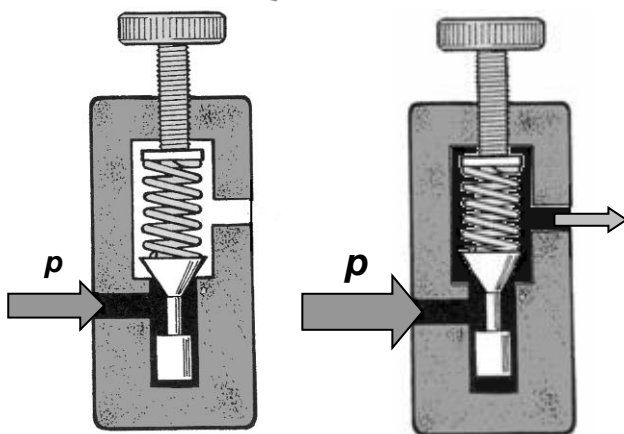
- paineenalennusventtiilit (paineensäätimet)
- paineenrajoitusventtiilit
- paineohjausventtiilit

Paineenalennusventtiili laskee paineen säädettyyn arvoon, tasaa vaihtelut ja pitää toisiopuolen paineen vakiona. Se ei päästä järjestelmän painetta nousemaan yli säädetyn arvon.



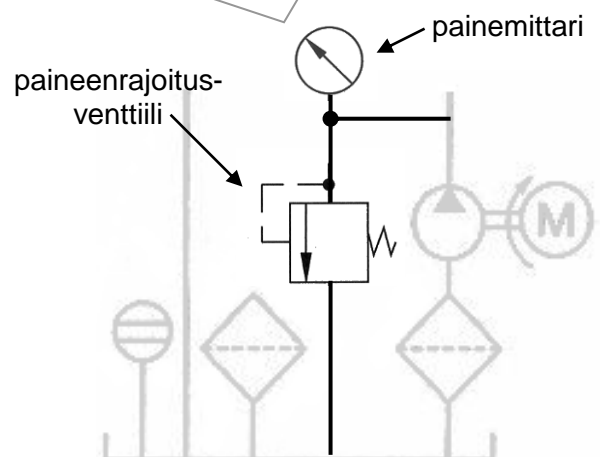
Paineenrajoitusventtiili on järjestelmän perusventtiili. Sen avulla rajoitetaan järjestelmän maksimipaine. Tämä varmuusventtiili toimii ylikuormitussuojana.

Paineenrajoitusventtiilin toimintaperiaate: Kun paine on alle maksimin, venttiili on kiinni (vas). Kun paine kasvaa yli säädetyn arvon, venttiili avautuu (oik).

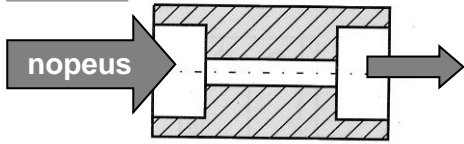
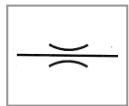


NÄIN SE PITÄISI OLLA - KORJAUS
sivun 3 hydraulikkakoneikon kaavioon.

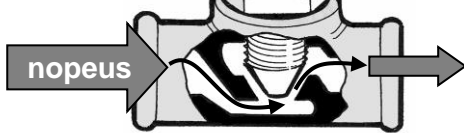
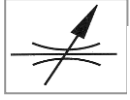
Paineenrajoitusventtiili sijoitetaan hydraulijärjestelmään heti pumpun jälkeen, jolloin kaikki järjestelmässä olevat komponentit ovat sen takana.



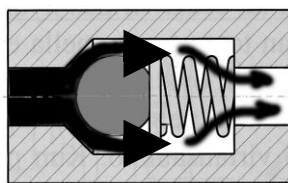
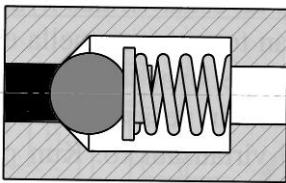
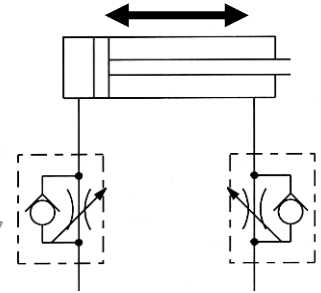
Paineohjausventtiili on perustoiminnaltaan paineenrajoitusventtiilin kaltainen. Sen toimintaa ohjaa paine. Ohjauspaineen noustessa yli säädetyn arvon venttiili avautuu ja paineilma/hydrauliikkaneste pääsee virtaamaan sen läpi.



Virtaventtiileillä muutetaan tilavuusvirtaa ja siten toimilaitteen nopeutta. Niiden toiminta perustuu virtauksen kuristamiseen. Se on joko säädettävä tai kiinteävastuksinen.



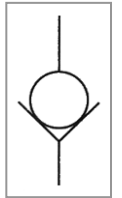
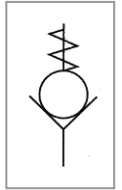
Virtaventtiilillä säädetään kaksitoimisen sylinterin männän nopeutta. Vastaventtiili sallii nesteen virtauksen vapaasti sylinterin tyhjenevästä kammiosta.



Vasta- eli takaiskuventtiilillä vaikutetaan vain toiseen suuntaan tapahtuvaan virtaukseen.

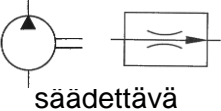
Paine kasvaa ja voittaa jousivoiman \Rightarrow virtaus pääsee venttiilin läpi, mutta vain yhteen suuntaan.

Virtaus toiseen suuntaan ilman vastusta (alhaalta ylös), toiseen suuntaan "tie on tukossa".

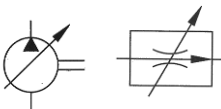


Edellä on esitetty tiivistetysti hydrauliiikan ja pneumatiikan keskeisiä toimilaitteita ja komponentteja ja niiden piirrosmerkkejä. Moni tärkeä asia jää tässä monisteessa käsittelemättä. Kun tutkit monisteen lopussa olevia piirrosmerkkejä, tietosi lisääntyvät esimerkiksi seuraavista asioista:

Vakio/kiinteä ja



säädettävä



Pyörivä ja suoraviivainen (lineaarinen).

Letku ja putki.

Yksi ja

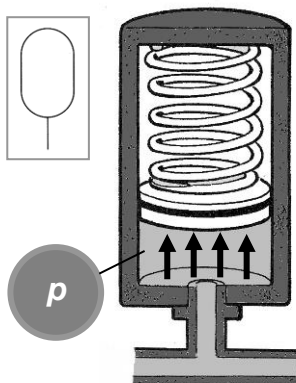
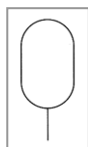


kaksitoiminen

Yhteen ja



kahteen suuntaan

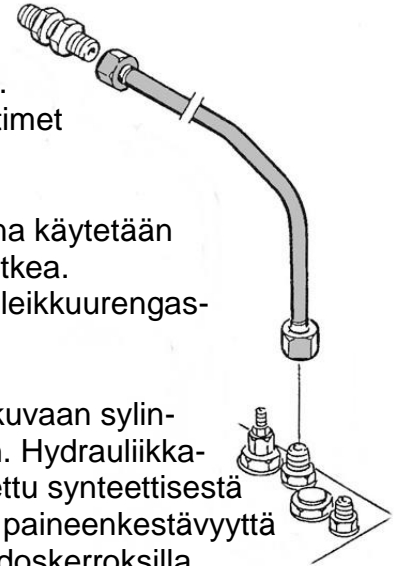


Lopuksi yhden tärkeän komponentin, **paineakun** esittely. Se varastoi järjestelmän energiaa. Kuvan akkutyypissä nesteen paine saa jousen puristumaan kokoon ja energia varastoituu siihen. Pneumatiikassa paineinen ja kokoonpuristunut ilma varastoi energian paineilmasäiliöön.

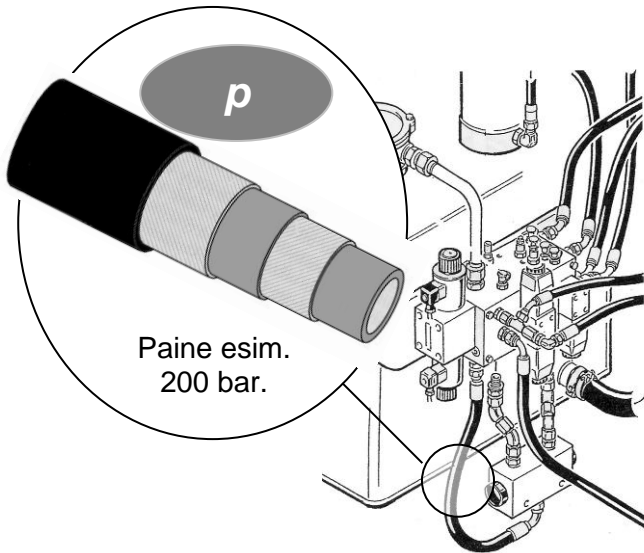
PUTKET, LETKUT JA LIITTIMET

Hydrauliikassa ja pneumatiikassa käytetään putkia ja letkuja hydrauliikkaöljyn/paineilman siirtämiseen. Järjestelmän putkistoon kuuluvat myös erilaiset liittimet ja putkiston osat.

Hydrauliikkajärjestelmässä paine on korkea. Putkina käytetään saumatonta, kylmävedettyä ja hehkutettua teräsputkea. Putket liitetään yhteen liittimillä: pienten putket ns. leikkuurengas- ja suuret laippaliittimillä.

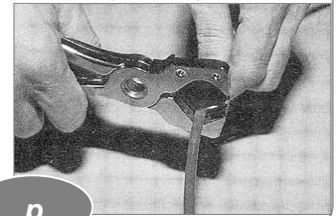


Öljy ohjataan liikkuvaan sylinteriin letkua pitkin. Hydrauliikkaletkut on valmistettu synteettisestä kumista ja niiden paineenkestävyyttä on parannettu kudoskerroksilla.



Pneumatiikassa paineet ovat pieniä ja siksi myös putket ovat ohutseinäisiä nylonputkia, liittimet pistoliittimiä.

Paine esim. 7 bar.



Hydrauliikkanesteet

Käsitteitä:

Emulsio = veden, emulgattorin ja öljyn seos

Synteettinen = kemiallisesti valmistettu neste

Mineraaliöljy = raakaöljypohjainen öljy

Alkuaikojen hydrauliikkanesteenä oli vesi. Nykyään sen käyttömahdollisuuksia tutkitaan taas, jotta löydettäisiin vesi uudelleen.

Halpaa

Vesi ja emulsiot soveltuvat hyvin tilanteisiin, joissa on esimerkiksi punahehkuista metallia lähettyvillä. Tällöin räjähdys- ja palovaara letku- ja putkirikossa on pienempi kuin mineraaliöljyllä.

Hydrauliikkanesteenä voi olla

- vesi
- emulsio
- mineraaliöljy
- synteettinen öljy
- kasviöljy

Hydrauliikassa **pääasiallinen ja tärkein** väliaine on **mineraaliöljy**.

Synteettisiä öljyjä valmistetaan kemiallisin menetelmin. Ne soveltuvat yleiskäytön lisäksi vaativiin olosuhteisiin.

Kallista

Kasviöljyt on uusin tuoteryhmä. Sen raaka-aineena voi olla rypsin siemenistä puristettu öljy. Kasviöljy on **ympäristöystävällinen** tuote, joka hajoaa luonnossa alle viikossa. Kasviöljyä suositellaan käytettäväksi paikoissa, joissa ympäristö/luonto ei saa saastua.

Nesteisiin liittyviä suureita:

a) Tiheys

Nesteen massa tilavuusyksikköä kohti.

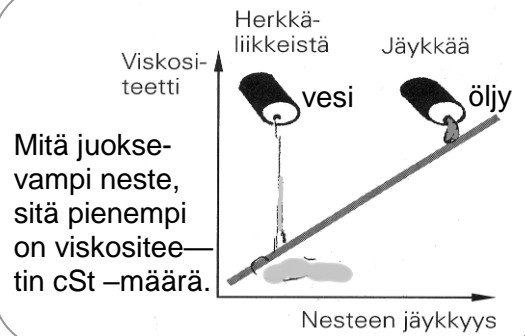
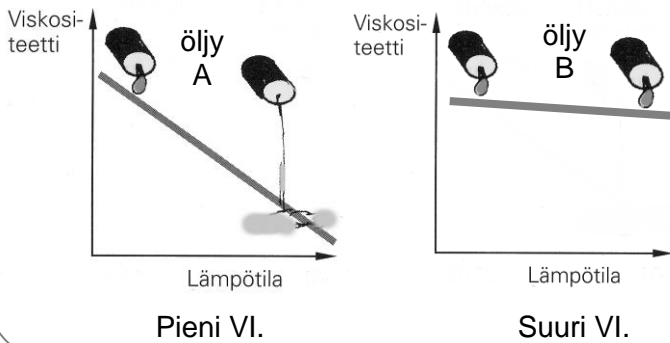
Esim. hydrauliikkaöljyn tiheys $0,85 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

($= 0,85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 0,85 \frac{\text{kg}}{\text{l}}$) tarkoittaa, että 1 litra öljyä painaa 0,85 kg, yksi cm^3 0,85 grammaa...

b) Viskositeetti

Nesteen juoksevuus. Yksikkö senttistoki (cSt).

Mitä vähemmän viskositeetti muuttuu öljyn lämmetessä, sitä suurempi on sen viskositeetti-indeksi.

**c) Viskositeetti-indeksi VI**

Nesteen juoksevuuden muuttuminen lämpötilan suhteen.

d) Jähmepiste

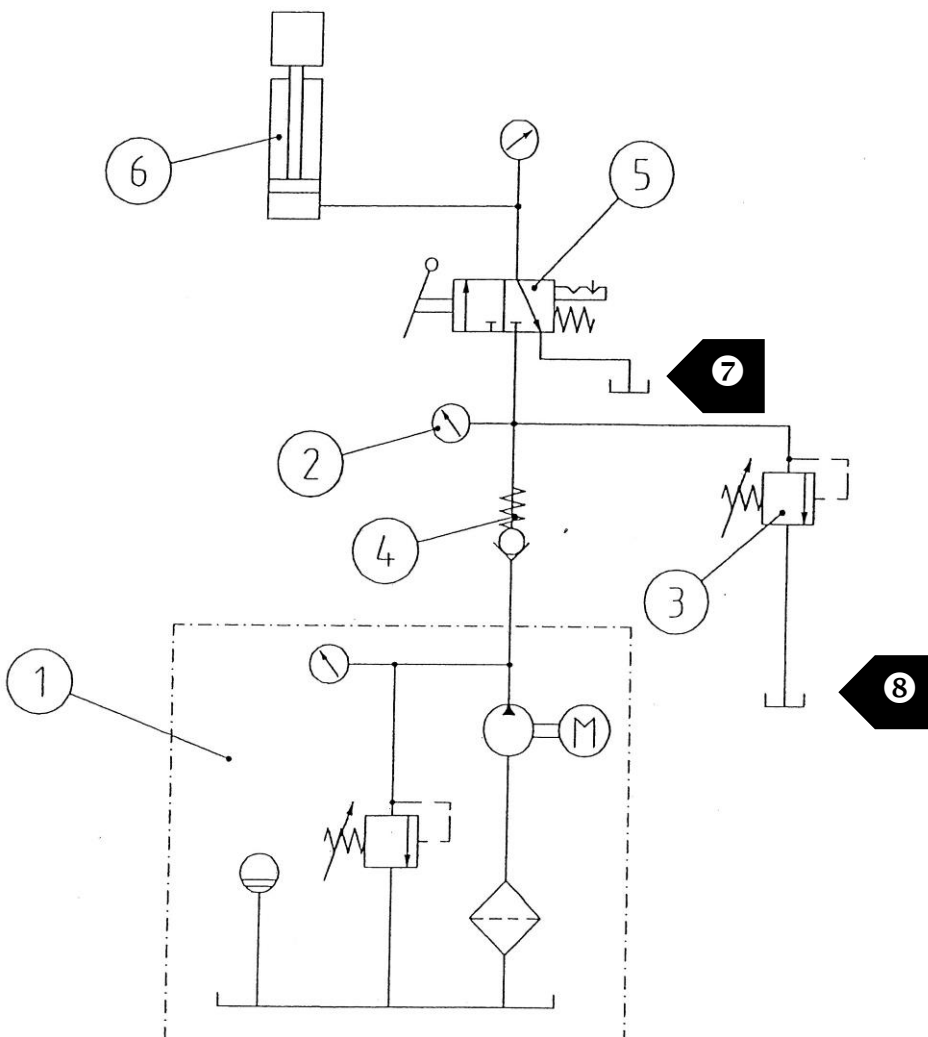
Lämpötila, jossa neste muuttuu kiinteäksi.

e) Leimahduspiste

Lämpötila, jossa avotuli sytyttää höyrystyneen öljyn palamaan.

Sivulla 15 on öljyihin liittyviä asioita esitetty ”Mobilin karsitussa taulukossa”.

HARJOITUKSIA. Onnistuuko kaavioiden tulkinta?

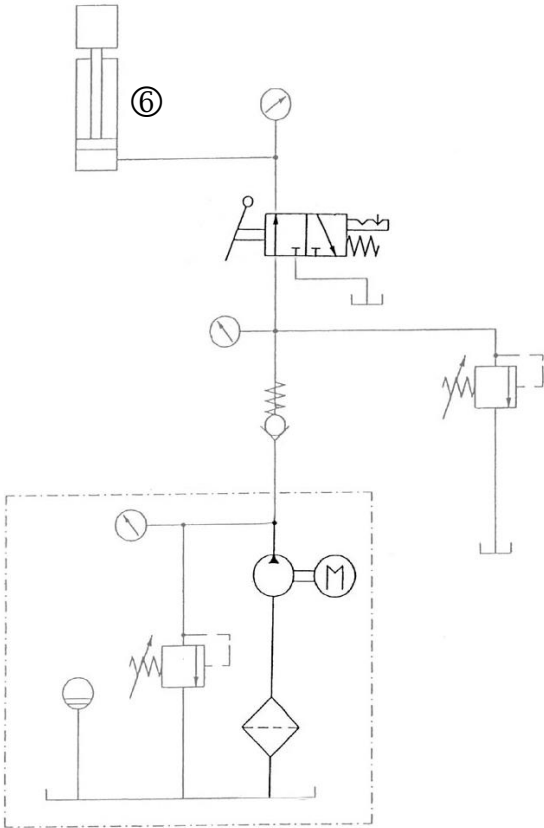


A) Minkä nimisiä osat ovat?

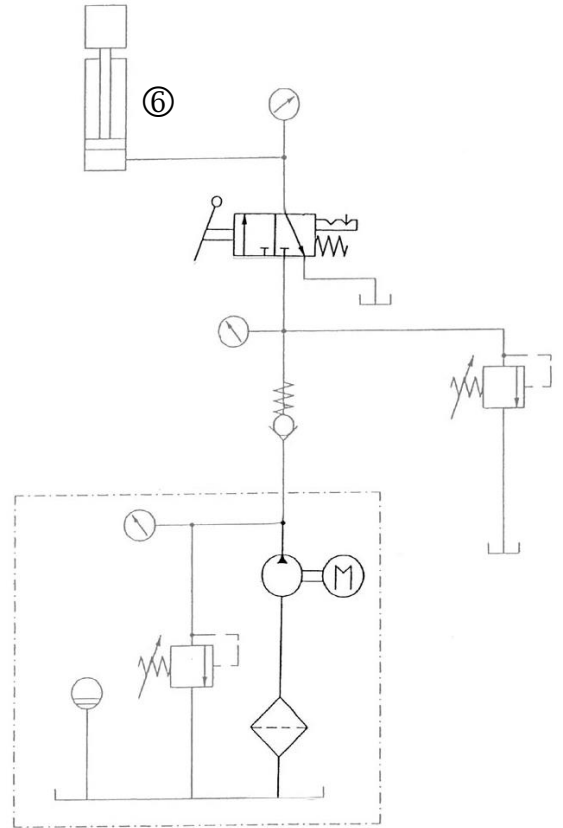
- ①
- ②
- ③
- ④
- ⑤
- ⑥

B) Mihin kanavat ⑦ ja ⑧ johtavat öljyn?

C) Vahvista viivat, joilla näytät missä paineinen öljy virtaa tai vaikuttaa (pumpulta eteenpäin). Mitä sylinterissä tapahtuu?

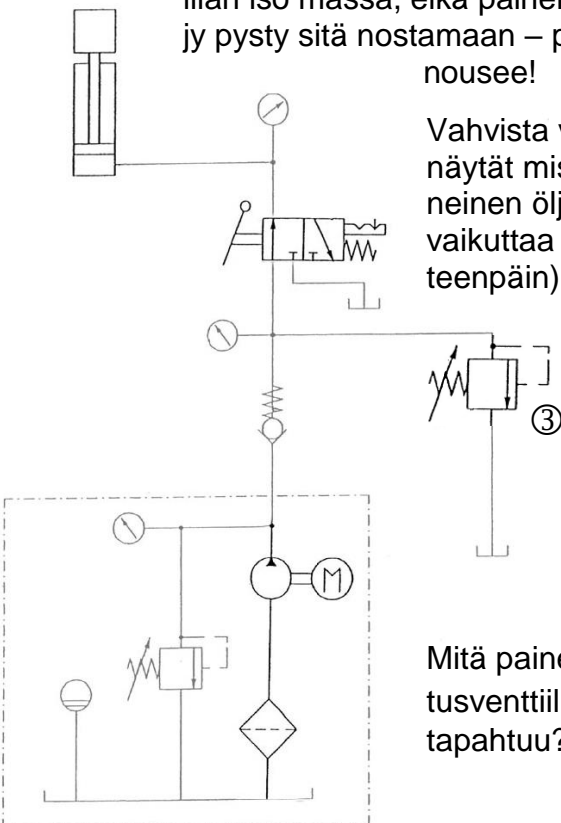


D) Vahvista viivat, joilla näytät missä paineinen öljy virtaa tai vaikuttaa (pumpulta eteenpäin). Mitä sylinterissä nyt tapahtuu?



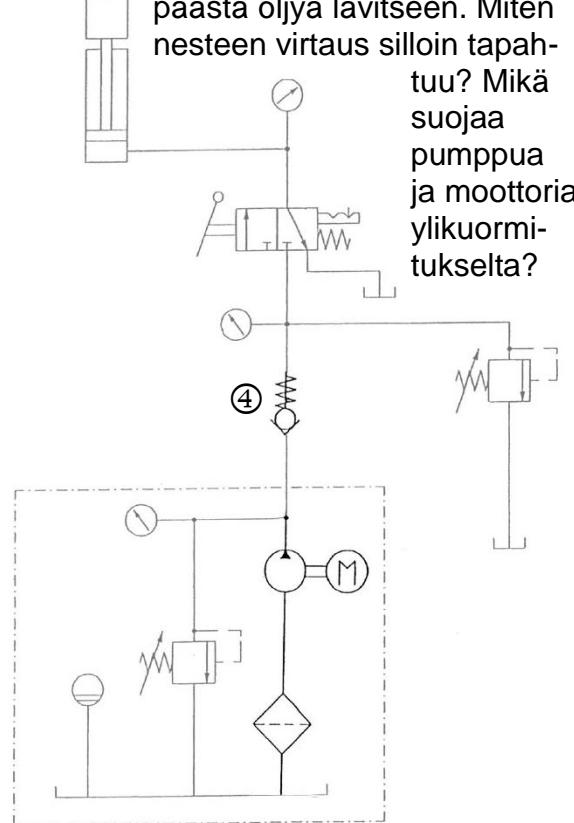
E) Sylinterin männänvarren päällä on liian iso massa, eikä paineinen öljy pysty sitä nostamaan – paine nousee!

Vahvista viivat, joilla näytät missä paineinen öljy virtaa tai vaikuttaa (pumpulta eteenpäin).



Mitä paineenrajoitusventtiilissä ③ tapahtuu?

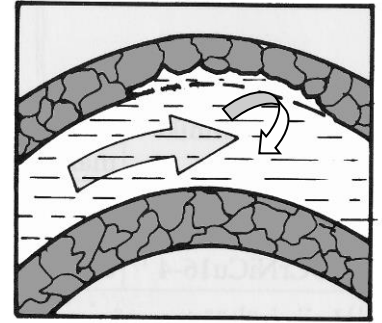
F) Vastaventtiili ④ ei toimi eikä päästä öljyä lävitseen. Miten nesteen virtaus silloin tapahtuu? Mikä suojaa pumppua ja moottoria ylikuormitukselta?



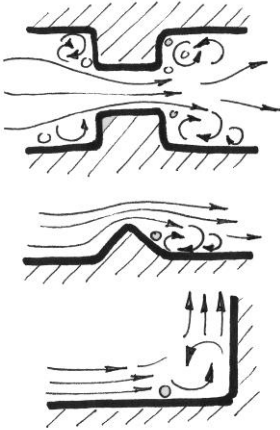
Tuotteen nimi Brand Name	ISO VG	Kinemaattinen viskositeetti Kinematic Viscosity mm ² /s or cSt 40°C	Kinemaattinen viskositeetti Kinematic Viscosity mm ² /s or cSt 100°C	Viskositeetti-indeksi Viscosity Index	Tiheys, 15°C Density at 15°C g/cm ³	Jähmeispiste Pour Point °C	Leimahduspiste Flash Point °C	Tuotekuvaus ja käyttökohteet
Mobil SHC 524	32	32	6,4	144	0,852	-54	234	Synteettisiä suorituskykyisiä hydrauliikkaöljyjä, jotka suojaavat kulumiselta. Korkea viskositeetti-indeksi, erinomaiset ominaisuudet matalissa ja korkeissa lämpötiloissa. Suojaavat erinomaisesti siipi- ja mäntäpumppuja. Laaja käyttölämpötila-alue.
Mobil DTE 24	32	31	5,3	98	0,871	-27	220	Ensiluokkaisia kulumista estäviä teollisuuden hydrauliikkaöljyjä. Valmistetaan korkealaatuisista perusöljyistä ja lisäaineista, jotka pitävät järjestelmät puhtaina ja suojaavat kulumiselta. Pitkä käyttöikä ja hyvä suodattavuus, vaikka järjestelmään olisi päässyt vettä.
Mobil DTE 15M	46	46	7,9	141	0,879	-42	216	Äärimmäisen suorituskykyisiä kulumista estäviä hydrauliikkaöljyjä, joilla on korkea viskositeetti-indeksi. Erinomainen juoksevuus myös pakkasolosuhteissa. Pitkä käyttöikä. Hyvä puhdistuskyky ja suojaa kulumista vastaan.
Mobil DTE Excel 68	68	68	8,5	97	0,883	-33	230	Erittäin korkealaatuisia sinkittömiä hydrauliikkaöljyjä, jotka suojaavat kulumiselta. Ainutlaatuisen lisäaineistuksen ansiosta öljyillä on poikkeuksellisen hyvä termiini ja hydrolyytinen vakaus sekä hapettumiskestävyyttä, vaikka järjestelmään pääsisi vettä tai lastuamismuiseita.
Mobil EAL 224H	32	37	8,3	212	0,921	-33	175	Suorituskykyinen ympäristön huomioiva hydrauliikkaöljy, joka suojaaa kulumiselta. Valmistetaan korkealaatuisista kasviöljyistä, joilla on korkea viskositeetti-indeksi, ja sopii lisäaineistuksensa ansiosta raskaasti kuormitettuihin ja korkeapainisiin järjestelmiin.
Flowrex 46	46	46	8,2	152	0,875	-48	210	Kulumiselta suojaavia hydrauliikkaöljyjä, jotka täyttävät keskiraskaan liikuvan kaluston asettamat vaatimukset, Korkea viskositeetti-indeksi parantaa virtausominaisuuksia matalissa ja korkeissa lämpötiloissa.
Mobil Pyrotec HFD 46	46	43	5,0	-	1,13	-24	263	Paloa edistämätön fosforihap esteripohjainen HFD-tyyppin neste. Tarkoitettu erityisesti turbiineihin ja säätöjärjestelmiin, joissa on käytettävä HFD-R-tyyppin nestettä.
Mobil EAL Hydraulic Oil	46	50	9,8	186	0,922	<-30	>310	Korkealaatuisia ympäristön huomioivia hydrauliikkaöljyjä, jotka suojaavat kulumiselta. Sopivan lukuisiin käyttökohteisiin keskiraskaassa liikkuvassa kalustossa.
Quanker Quintolubri 888-68	68	68	11,5	165	0,911	-24	-	Erittäin suorituskykyisiä paloa edistämättömiä hydrauliikkaöljyjä. Perustuvat synteettisiin HF-DU-tyyppin polyolesterihin. Käytetään olosuhteissa, joissa paloturvallisuus ja ympäristö asettavat erityisvaatimuksia.
Mobil Nynvac FR 200D	-	42	8,4	-	1,089	-30	175	Äärimmäisen suorituskykyinen vesi- ja glykolipohjainen (HFC) paloa edistämätön hydrauliikkaöljy. Hyvä suojaa kulumista ja korroosiota vastaan. Väritään punainen.

Eroosiokorroosio (kavitaatio)

Eroosiokorroosio liittyy materiaalin virtaukseen ja sen "kuluttavuuteen". Eroosiokorroosiota (kavitaatiota) esiintyy, kun neste virtaa suurella nopeudella, ja kun virtaus on pyörteistä (turbulenttista). Virtaus aiheuttaa pinnan korroosiosuojauksen kulumista, esim. putkikäyrissä.



Nesteen virtaus muuttuu turbulenssiseksi kaapeikoissa, kulmissa jne.



Kavitaatiokuluminen perustuu virtaavaan nesteeseen paikallisen paineen laskun vuoksi syntyvien kaasutäytteisten kuplien syntyyn ja niiden "räjähdysiin". Kaasukuplien "luhistuminen" saa aikaan voimakkaita alipaineiskuja, jotka aiheuttavat pieniä kuoppia materiaalin pinnalle. Kavitaatiokuopat kasvavat lopulta yhteen, jolloin seurauksena on pinnan yleistä epätasaisuutta.

kaasukupla syntyy...

...ja "luhistuu" ...

... kuoppa syntyy...



... ja sitten uudestaan ja uudestaan...

... kuoppa kasvaa ja pinta kuluu!



Tämä piirros on lainattu Matti Bärlingin kirjoituksesta FLUID Finland -lehdessä. Siinä kerrotaan, että hydraulikkapumpun imupuolen kavitaation syitä voivat olla liian suuri imukorkeus, liian pieni imuputki, tukkeutunut imusuodatin tai tukkeutunut huohotin.

