

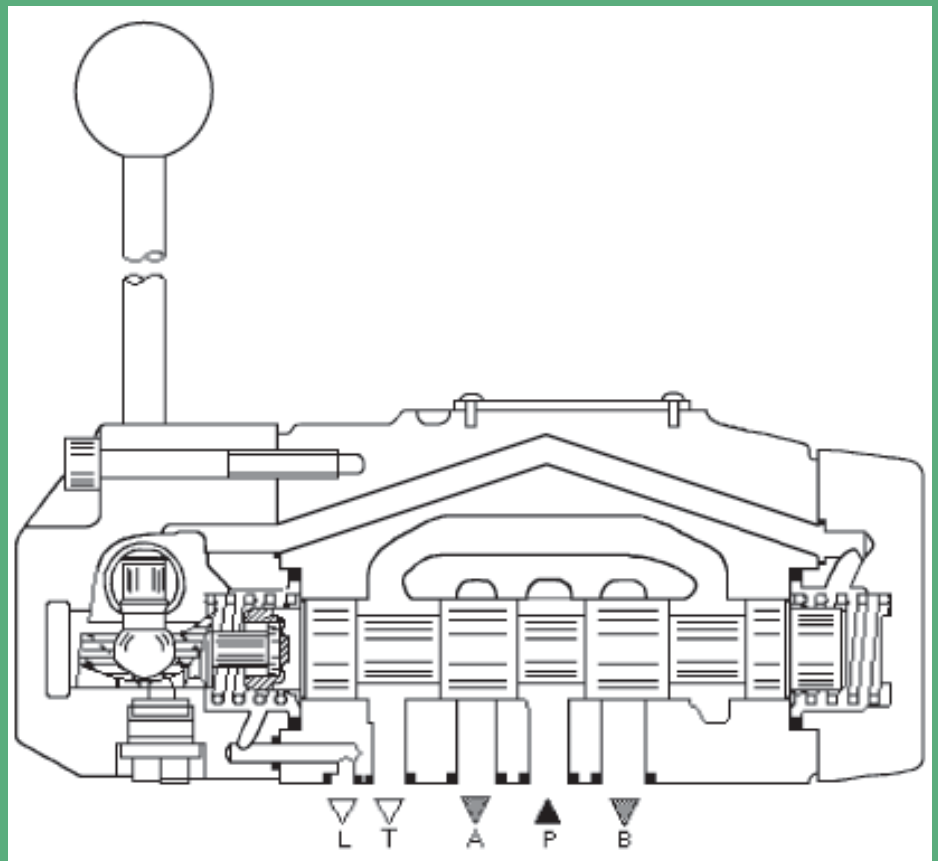


# Suuntaventtiilit

Visidon arkisto

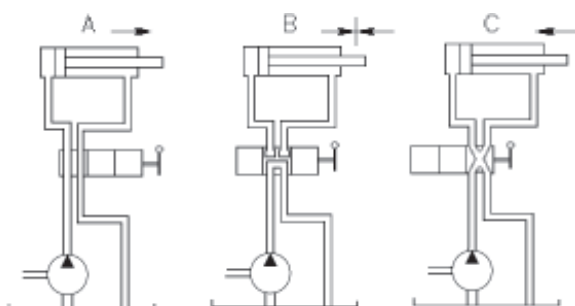
**No 6**

FLUID  
Finland  
4-2003



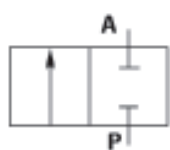
# Suuntaventtiilit

Suuntaventtiileitä käytetään nimensä mukaisesti tilavuusvirtojen ohjaamiseen toimilaitteille (sylinterille tai moottoreille), ohjamaan öljyn virtausta järjestelmästä toiseen, tai käynnistämään vapaakiertoa. Valtaosa suuntaventtiileistä on niin sanottuja aksiaaliluistiventtiilejä. Loput tunnetuista venttiileistä ovat istukkatyyppisiä, tai kiertoluistityyppisiä. Kiertoluistiventtiilit ovat käyneet yhä harvinaisemmiksi, ja toisaalta ne ovat pääasiallisesti käsiohjattuja. Istukkatyyppisiä venttiileitä jossain määrin käytetään, ja niiden käyttö voi olla perusteltuakin, mutta esimerkiksi paperiteollisuudessa ovat istukkatyyppiset venttiilit suhteellisen harvinaisia.



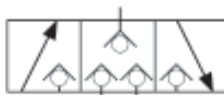
Kuva 1.

Kuvassa 1 on tyypillinen suuntaventtiilisovellutus, jossa ohjataan sylinteriä aksiaaliluistilla. Kuvassa A on venttiili asennossa, jossa öljyn virtaus on auki pumputta sylinterin pluskammioon ja täten sylinterin männänvarsi alkaa työntyä ulos. Vastaavasti öljy pääsee poistumaan sylinteriltä venttiiliin kautta säiliöön. Kuvassa B on virtaus sylinterille keskeytetty, jolloin männänvarren liike pysähtyy ja pumppu kevenee "vapaalle" suuntaventtiiliin keskiasennon kautta. Kuvassa C ajetaan venttiiliin toisen ääriasennon kautta sylinteriä takaisin miinusasentoonsa.



2/2-venttiili

Toimintojen lukumäärä  
Liitäntöjen lukumäärä



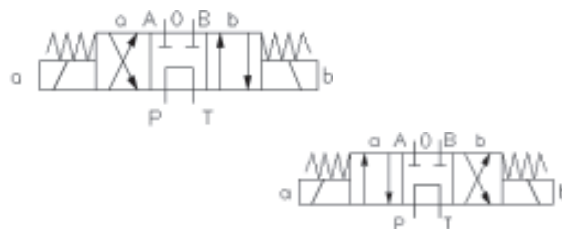
3/3-venttiili, istukkatyyppinen

Venttiilin sisällä liikahtelevasta teräspötkylästä käytetään nimitystä luisti tai kara. Eri toimintoja varten tarvitaan aina tietyn tyyppinen luisti, joka on valmistettu tulevaa toimintoa ajatellen. Luisti ja sen ohjaustapa ilmaistaan kytkentäkaavioissa symboleilla, jotka perustuvat pitkälti ISO- tai DIN-standardeihin. Esimerkiksi Suomessa käytetty SFS-standardi hydrauliiikan ja pneumatiikan piirrosmerkeistä vastaa käytännöllisesti katsoen ISO-standardia.

Venttiileistä puhuttaessa käytetään termiä 2/2-, 3/2-, tai 4/3-venttiili. Tällä tarkoitetaan liitäntöjen ja toiminta-asentojen lukumäärää. Esimerkiksi 2/2-venttiili tarkoittaa sellaista venttiiliä, jossa on kaksi liitäntää P ja A, sekä kaksi toiminta-asentoa (kaksi ruutua). Yksi ruutu symbolissa tarkoittaa yhtä toiminta-asentoa, ja nuolilla ilmoitetaan puolestaan virtaussuunta. Tässä yhteydessä nuolen suunnalla ei tarkoiteta sitä, että öljy pääsisi virtaamaan pelkästään nuolen suuntaan, vaan pikemminkin sitä, että luisti on avannut virtauskanavan, jota pitkin öljy alkaa virrata venttiiliin läpi.

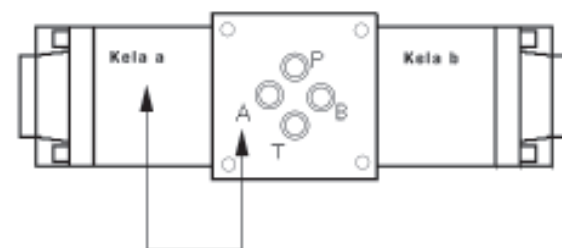
# Kaksi esitystapaa

Suuntaventtiilien piirrosmerkeissä on noudatettu kahda eri esitystapaa, jossa toisessa "ristikoppi" piirretään vasemmanpuoleiseen ruutuun, ja toisessa esitystavassa vastaavasti "suorakoppi" on piirretty vasempaan ruutuun. Venttiilien asennot on molemmissa tavoissa merkitty kirjaimilla a, b ja keskiasento numerolla 0. Ohjaukselimet (tässä esimerkissä sähköiset) on merkitty myös kirjaimilla a ja b.



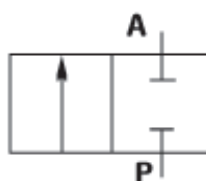
P = Paineliitäntä T = Säiliöliitäntä  
A ja B ovat toimilaiteliitäntöjä (sylinterit, moottorit)

Siinä esitystavassa, jossa a-lohkossa on suorakoppi, viittaa ohjaukselin a venttiiliin A-liitännästä lähtevään virtaukseen. Toisin sanoen, jos kela a kytketään ohjaukselta, lähtee öljy venttiilin aukosta A, ja jos kela b saa ohjausta lähtee öljy virtaamaan venttiiliin aukosta B. Se esitystapa, jossa ristikoppi on a-lohkossa, viittaa virtausaukkoon A, mutta ei siitä lähtevään virtaukseen. Tämä esitys- ja valmistustapa näyttää olevan valmistajien keskuudessa vallitseva, vaikka molemmilla valmistustavoilla on saatavana suuntaventtiilejä.



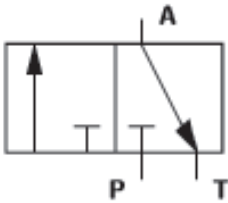
Kuva 2.

# 2/2-luisti



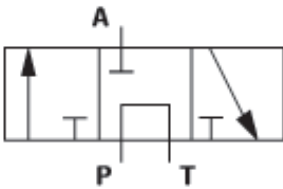
Tässä luistityypissä on kaksi asentoa: auki ja kiinni. Venttiiliin tullessa vaikutetuksi avautuu virtaus P:stä A:han. "Lepoasennossa" edellä mainittu yhteys katkeaa. Luisti soveltuu ainostaan niin sanotun sulkuventtiiliin luistiksi.

### 3/2-luisti



Myös tässä luistityypissä on kaksi asentoa, mutta toisella asennolla pääsee öljyn paine purkautumaan esimerkiksi säiliöön (A- ja T-liitäntän kautta). Luisti soveltuu erinomaisesti esimerkiksi yksitoimisen sylinterin ohjaamiseen ääriasennosta toiseen. Liitäntöjä on kolme (P, T ja A)

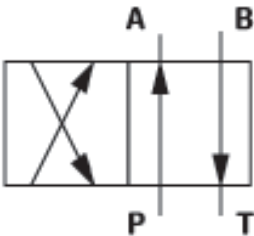
### 3/3-luisti



Ohjattaessa yksitoimista sylinteriä voidaan sylinterin plus- tai miinusliike pysäyttää haluttuun kohtaan keskiasennon avulla.

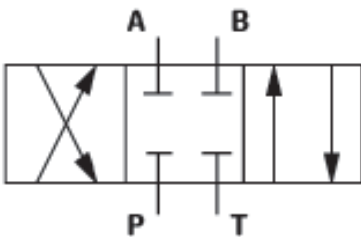
Tämä luisti poikkeaa 3/2-tyyppisestä siten, että sillä on myös kolmas toiminta-asento, jonka avulla voidaan läpivirtaus keskeyttää milloin tahansa ja keventää esimerkiksi pumppu vapaakierrolle.

### 4/2-luisti



Kun ohjataan kaksitoimista sylinteriä edestakaisin, voidaan käyttää tätä luistia. Sitä ruutua, jossa nuolet ovat ristissä, kutsutaan hydrauliiikan slangikielessä ristikopiksi ja toista vastaavasti suorakopiksi. Liitäntöjä on neljä (P, T, A ja B).

### 4/3-luisti



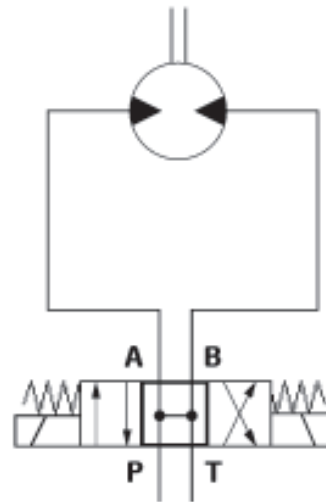
Tämän luistityypin avulla voidaan sylinteri pysäyttää haluttuun kohtaan.

Tämä luistityyppi on hydrauliiikassa kaikkein yleisin. Luistihan soveltuu ensinnäkin kaksitoimisen sylinterin ohjaamiseen, ja kolmannella, eli keskiasennolla, voidaan sylinteri pysäyttää haluttuun kohtaan.

## Keskiasennot

Kuten edellä kerrottiin voidaan kolmiasentoisten venttiileiden keskiasennoilla pysäyttää virtaus toimilaitteelle, avata vapaakierto ja niin edespäin. Keskiasentoja on useita, mutta tässä yhteydessä tarkastellaan erityisesti tavanomaisempia ja usein toistuvia tapauksia 4/3-luisteilla. Myös 3/3-luisteilla on useita keskiasentoja, ja ne ovat lähes samanlaisia, kuin vastaavat 4/3-tyyppisten venttiileiden keskiasennot, vain yksi toimilaiteliitännöstä puuttuu. Keskiasentoon, joka yleensä on venttiin niin sanottu lepoasento, ajautuu luisti keskitysrousien avulla tai, kuten joissain käsin ohjatuissa malleissa, käsin ohjaamalla.

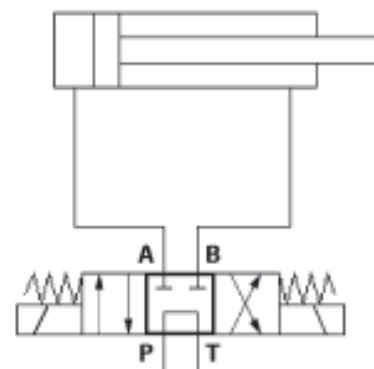
### Avoin keskiasento



Kuva 3.

Avoimessa keskiasennossa ovat kaikki liitännät yhteydessä toisiinsa. Venttiin ollessa lepoasennossa on pumppu vapaakierrolla ja vastaavasti pääsee toimilaite "kellumaan" A:n ja B:n kautta. Luisti soveltuu hyvin esimerkiksi moottorikäyttöön, jossa on ensiarvoisen tärkeää pitää A- ja B-kanavat auki moottorin pyöriessä vapaalla.

### Tandem asento tai vapaakiertoasento

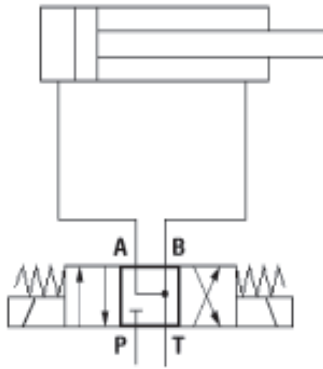


Kuva 4.

Tandem asento on tarkoitettu tilanteisiin, joissa on tärkeää, että toimilaitteeseen kohdistuva voima ei voi sitä liikuttaa. Toimilaite jää siis tukevasti paikalleen, koska öljy on käytännöllisesti katsoen kokoon puristumaton. Tätä keskiasentoa ei suositella moottorikäytöissä.

Liitännät A ja B ovat suljettuja, jolloin toimilaite pysähtyy kuin seinään kesken liikkeen, ja mikään ulkoinen toimilaitteeseen kohdistuva voima ei voi sitä liikuttaa. Toimilaite jää siis tukevasti paikalleen, koska öljy on käytännöllisesti katsoen kokoon puristumaton. Tätä keskiasentoa ei suositella moottorikäytöissä.

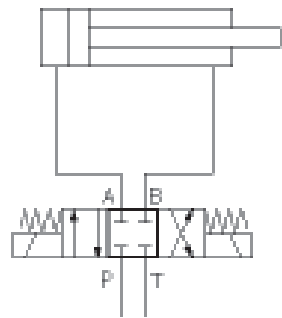
## “Kellunta” eli Y-kara



Kuva 5.

Kanavat A, B ja T ovat yhteydessä toisiinsa, jolloin toimilaitte pääsee vapaasti kellumaan, kuten täysin avoimen keskiasennon tapauksessa, vain paineiliitäntä P on suljettu. Tätä keskiasentoa käytetään säätöpumppujen yhteydessä, moottorikäyttöissä, lukkoventtiilien yhteydessä ja esiohjausventtiileissä.

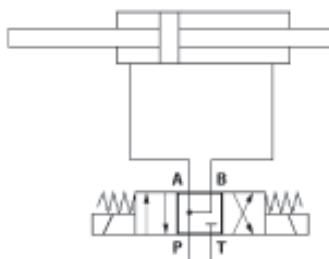
## Täysin suljettu keskiasento



Kuva 6.

Kaikki liitännät sulkeutuvat luistin ajautuessa keskiasentoonsa. Tätä luistia käytetään kuten tandem-asentokin, mutta säätöpumppujen yhteydessä.

## Asemointiasento



Kuva 7.

Tämä puolestaan on kuin Y-kara väärinpäin, eli P, A ja B ovat yhteydessä toisiinsa. Kun öljy virtaa venttiilille, pääsee se venttiilin läpi A:n ja B:n kautta toimilaitteelle. Jos toimilaitteena on kaksipuoleisella männänvarrella

varustettu sylinteri, niin sylinteriä voidaan liikuttaa helposti ulkoisen voiman avulla.

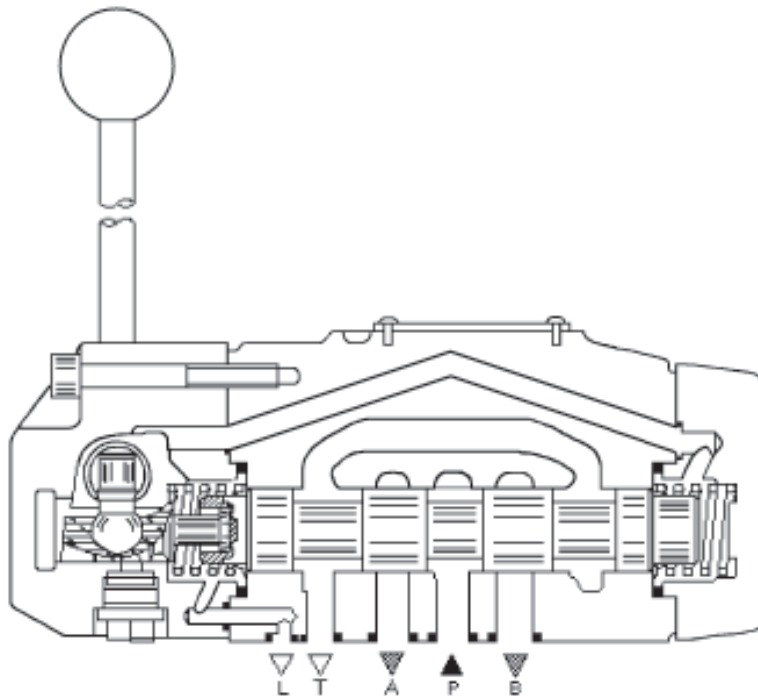
## Ohjaustavat

Suuntaventtiilejä ohjataan käsin, eli hienosti ilmaistuna manuaalisesti, mekaanisesti, hydraulisesti, pneumaattisesti tai sähköisesti. Kuvassa 8 on esitetty eri ohjaustavat.

Manuaaliset ja mekaaniset, kuten myös paineella ohjatut (hydrauliset ja pneumaattiset), ohjaustavat ovat helposti ymmärrettävissä. Tästä syystä keskitymmekin tarkemmin sähköiseen ohjaustapaan. Toinen syy sähköiseen ohjaukseen keskittymiseen on se, että yleensä teollisuudessa mekaanisten, manuaalisten ohjaustapojen osuus on varsin pieni.

Vipurullaohjaus	
Käsivipuohjaus	
Käsivipu, asentolukitus	
Jalkapoljinohjaus	
Sähköohjaus	
Hydraulinen ohjaus	
Pneumaattinen ohjaus	
Suora sähköohjaus	
Sähköinen esiohjaus	

Kuva 8. Ohjaustavat



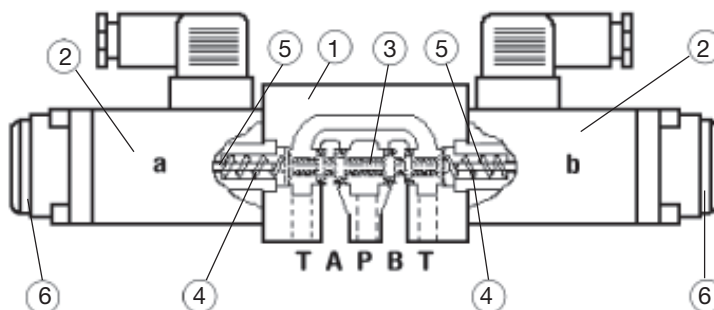
Kuva 9. Käsivipuohjattu 4/3-suuntaventtiili jousikeskityksellä. Paineisimmat kanavat on sijoitettu keskelle, jolloin samatapaaiset kanavat jäävät laidoille tiivistyksen helpottamiseksi. Luisti on hydraulisesti tasapainossa (P-kanavassa), mikä keventää huomattavasti ohjausta.

## Sähköinen ohjaus

Myös sähköinen ohjaus on helppo ymmärtää. Tavanomaisessa hydraulikassa sovelletaan kahta ohjaustapaa: suoraa sähköohjausta ja esiohjattua versiota. Molempia tapoja esiintyy myös ns. servo- ja proportionaalitekniikassa.

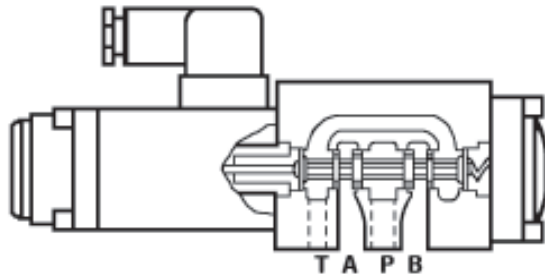
## Suoraohjattu sähkösuuntaventtiili

Suoraohjauksella tarkoitetaan sitä, että magneetti ohjaa luistia suoraan. Yleisessä kansankielessä sähköohjattuja venttiilejä nimitetään joko magneetti- tai solenoidiventtiileiksi. Magneeteista ja solenoideista käyttää moni hydraulikan virtuoosi myös nimitystä kela. Keloja onkin sitten saatavissa lähes jokaiselle standardisoiduille jännitteille tasa- ja vaihtovirtapuolella. Kuvassa 11 on esitetty suoraohjatun magneetiventtiilin toiminta.



1. Venttiilin runko
2. Solenoidi (magneetti)
3. Luisti
4. Keskitysjousi
5. Työntöpinna
6. Käsinohjaus

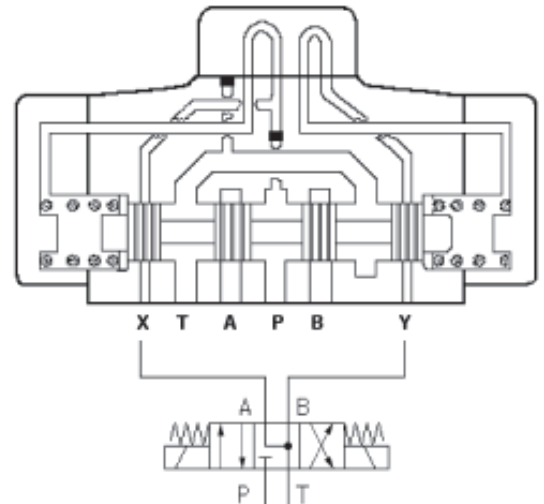
Kuva 10. Venttiilin toiminta: Kelan a saadessa ohjausvirtaa työntää työntöpinna 5 luistia 3 oikealle keskitysjousta 4 vasten. Tällöin avautuu virtaus P-aukosta B-aukkoon, ja vastaavasti paluuvirtaus A-aukosta T-aukon kautta takaisin säiliöön. Kun ohjausvirta poistetaan keskittävät jouset 4 luistin keskiasentoonsa. Ohjausvirran muodostuessa b-kelelle saadaan peilikuva edellä kerrotusta toiminnasta.



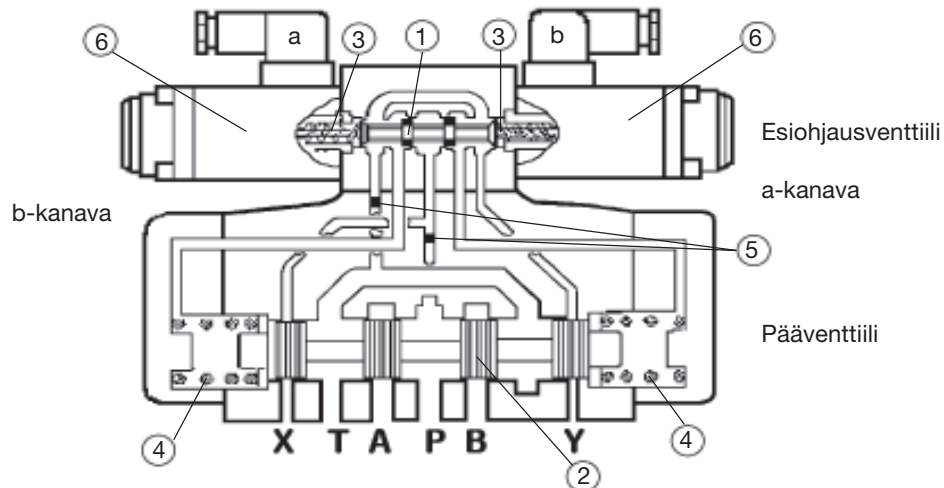
Kuva 11. 4/2 suoraan sähköohjattu suuntaventtiili. Ohjausvirran katkettua jousi palauttaa luistin.

## Sähköisesti esiohjattu suuntaventtiili

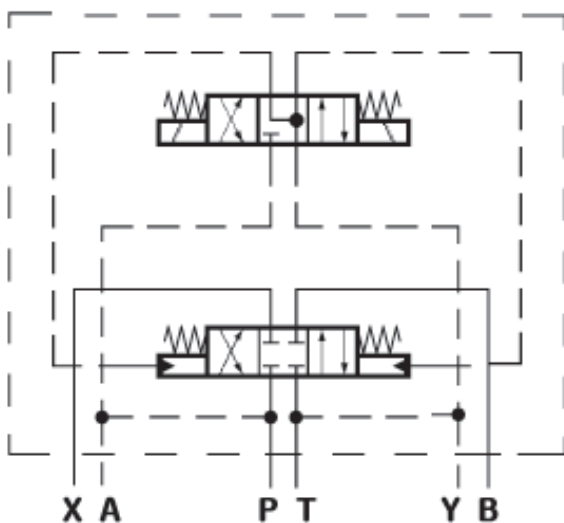
Suoraohjattuja venttiileitä rakennetaan yleensä noin sadan litran minuuttituotoille saakka. Tästä eteenpäin alkaa virtauksesta johtuvat häiritsevät voimat kasvaa niin suureksi, että ne häiritsevät magneetin toimintaa, jolloin siirrytään esiohjaukseen. Esiohjauksen pääperiaate on se, että käytetään hydraulisesti ohjattua suuntaventtiiliä, jota ohjataan suoraohjattulla magneettiventtiilillä, jota slangikielessä kutsutaan "pilottiventtiiliksi".



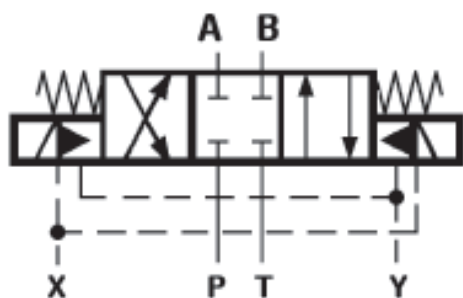
Kuva 12. Esiohjatun venttiilin halkileikkaus ja toiminta.



Kuva 13. Ohjausvirran kytkeydyttyä kelalle a työntää magneettiankkuri esiohjausluistia 1 jousista 3 vasten, jolloin ohjauspaine pääsee vaikuttamaan a-kanavan kautta pääluistin 2 jousikammioon. Ohjauspaineen vaikutuksesta pääluisti siirtyy vasemmalle avaten päävirtauksen P-aukosta A-aukkoon. Paluuvirtaus alkaa samanaikaisesti virrata B-aukosta T-aukkoon ja sieltä edelleen säiliöön. Pääluistin 2 siirtyessä vasemmalle pakenee öljy b-kanavan ja esiohjausventtiilin kautta säiliöön, joko Y-kanavan kautta tai pääventtiilin T-aukon kautta riippuen siitä, onko Y-kanavan "R"-tulppa (5) paikallaan vai ei. Esiohjausosan ohjauspaine "otetaan" joko X-kanavasta tai P-aukon kautta riippuen myös ohjauspaineen "R"-tulpan olemassa olosta. Kun ohjausvirta katkaistaan kelalta a, keskittävät esiohjausventtiiliin keskitysjouset luistin 1. Tällöin purkautuu ohjauspaine pääluistin jousikammioista a-kanavan kautta säiliöön, ja näin pääsevät pääluistin keskitysjouset 4 toimimaan. Kytettäessä ohjausvirta b-kelalle saadaan edelläkerrotun toiminnan peilikuva.



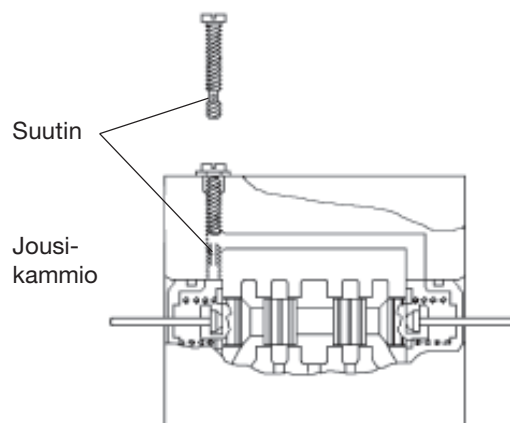
Kuva 14. Esiohjatun suuntaventtiilin piirrosmerkki



Kuva 15. Yksinkertaistettu piirrosmerkki

## Luistin siirtonopeus

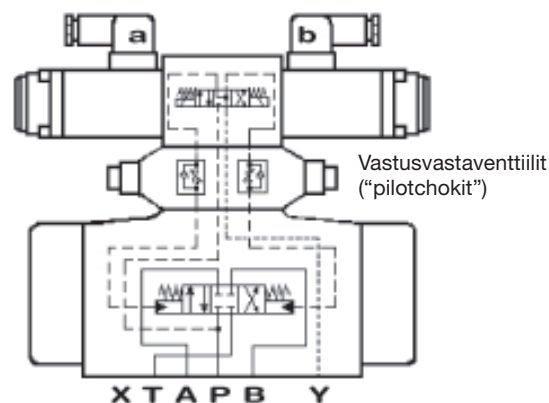
Eräs suuntaventtiileihin liittyvä ongelma on luistin liian suuri nopeus. Suoraohjatun venttiilin luisti liikahdaa keskiasennosta ääriasentoon 15...30 millisekunnissa. Nopeus on niin suuri, että se aiheuttaa ikäviä paineiskuja putkistoon, ja saattaa näin vaurioittaa ja lyhentää komponenttien ja putkistojen käyttöikää. Lisäksi paineiskut aiheuttavat aina ikävää melua hydraulisessa järjestelmässä. Pehmeään kytkeytyvyyden aikaansaamiseksi tavanomaisessa hydraulisessa voidaan toki tehdä jotain.



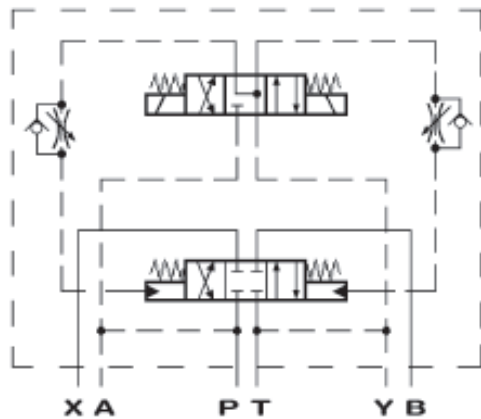
Kuva 16.

Venttiilin rungossa on kanava, joka yhdistää luistin molemmat päät toisiinsa. Kanava on täynnä öljyä, ja joka kerta kun luisti liikahdaa, joutuu öljy siirtymään puolelta toiselle. Kun öljyn siirtymistä kuristetaan, saadaan aikaan luistille vastapaine, jonka sitten pitäisi hidastaa luistin nopeutta. Kuristus saadaan aikaan kuusiokoloavaimen mentävällä suuttimella. Hankaluutena on se, että sopivan vastapaineen aikaansaamiseksi on kokeiltava erilaisia suuttimia, mikä saattaa kestää kauan.

Esiohjatuisissa venttiileissä käytetään ohjauskanavissa vastusvastaventtiilejä, joista voidaan portaattomasti valita sopivin luistin liikenoisuus. Vastusvastaventtiileistä käytetään tässä yhteydessä slanginimitystä "pilotchokit". Edellä mainitut pilotchokit asennetaan esiohjausventtiiliin ja pääventtiiliin väliin kuvan 17 osoittamalla tavalla. Mikäli edelläkerrottu ohjausvirtojen kuristaminen ei riitä, tai se on käytön kannalta hankalaa, voidaan siirtyä pois tavanomaisesta hydraulisesta ja siirtyä proportionaalitekniikkaan, jolloin ainakin pehmeään kytkeytyvyyteen liittyvät ongelmat pitäisi ratketa.



Kuva 17. Pilotchokit ovat vastusvastaventtiilejä, jotka on asennettu pää- ja esiohjausosan väliin.



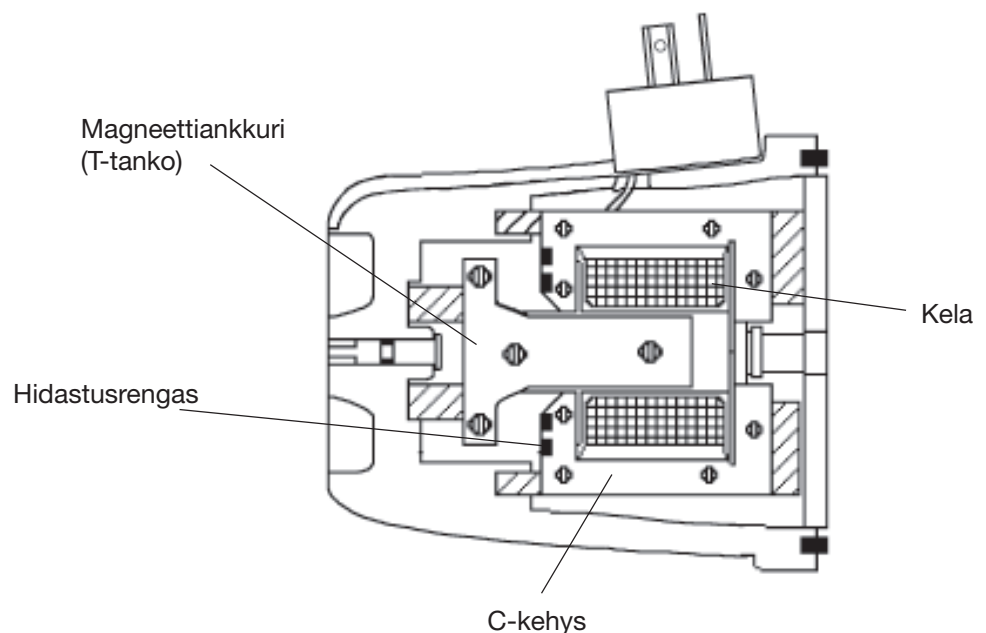
Kuva 18. Pilotchokit perusteellisessa piirrosmerkissä.

## Vaihtovirtakela

Suomessa käytetyissä vaihtovirtakeloissa käytetään 220 voltin jännitettä, jonka taajuus on 50 hertziä. Vaihtovirtakelat ovat käyttöältään pitkiä, kestäviä ja magneetin voima on suuri. Tärkeintä vaihtovirtakelan toiminnan kannalta on se, että kelan sisällä oleva magneettiankkuri pääsee liikkumaan koko matkan virran kytkeydyttyä kelalle. Tämä siitä syystä, että jännitteen muodostuessa kelalle kasvaa sähkövirta sinä aikana, kun magneettiankkuri liikkuu kelan sisään, eli kelalle muodostuu niin sanottu ”vetovirta”. Kun magneettiankkuri on päässyt liikkeensä loppuun putoaa sähkövirta niinsanottuun ”pitovirtaan”, joka on noin 6...7 kertaa vetovirtaa pienempi. Jos magneettiankkuri jostain syystä jumittuu kesken liikkeensä, jatkaa vetovirta kasvamistaan, mikä johtaa kelan vaurioitumiseen, eli kärkehtämiseen. Kärkehtäneen kelan tuntee hyvin vastenmielisestä hajusta. Edellä kuvatussa tapauksessa ei kela kärkehdä välittömästi, vaan sillä on armonaikaa noin 8...12 sekuntia päästä suorittamaan liikkeensä loppuun. Esimerkiksi takelteleva luisti tai ruostunut magneetti saattavat aiheuttaa vaihtovirtakelan tuhoutumisen.

## Solenoidit

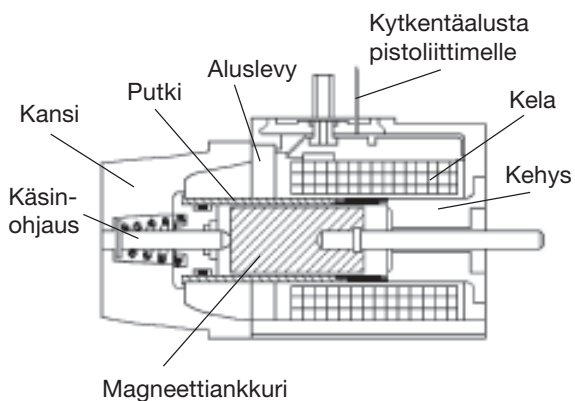
Sähköohjatuissa suuntaventtiileissä luistia ohjaavat solenoidit, joista kuten edellä mainittiin käytetään myös nimitystä kela tai magneetti. Solenoideja on saatavissa kaikille standardisoiduille jännitteille, käytännössä teollisuudessa käytetään yleensä 220 voltin vaihtovirtakeloja, tai 24 voltin tasavirtakeloja. Vaihtoja tasavirtakelat jakautuvat puolestaan öljy- ja ilmakylpykeloihin.



Kuva 19.



## Tasavirtakela



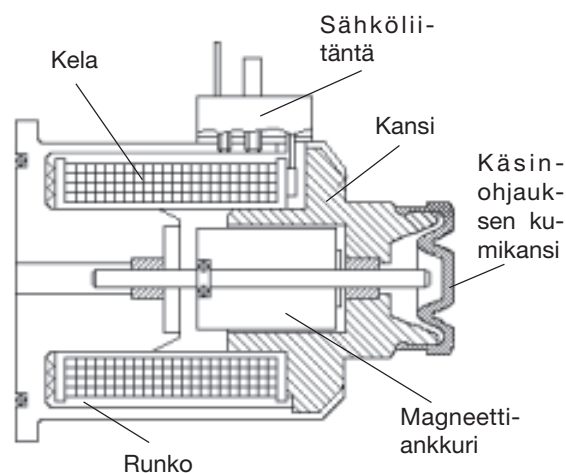
Kuva 20.

Tasavirtakeloilla ei esiinny vaihtovirtakelojen yhteydessä kuvattuja ongelmia, vaikka magneettiankkurin liike jäisikin vajavaiseksi. Virta kasvaa aina tiettyyn rajaan saakka. Yleisimmin käytetty jännite tasavirtakeloissa on 24 voltia. Ainoa ilmiö, joka joskus saattaa tuottaa päänvaivaa, on se, että virran katkettua magneetilta saattaa muodostua jopa 20-kertainen jännitepiikki vastakkaiseen suuntaan. Tällöin on vaarassa tuhoutua joitain muita sähkölaitteita. Jännitepiikkiin on varauduttu diodilla, joka estää piikin pääsyn tuhoamaan muita sähkölaitteita.

## Ilmakylpykela

Ilmakylpykelasta käytetään joskus nimitystä "kuiva-kela". Tässä kelatyyppissä on venttiilin öljytila täysin eristetty kelasta. Hyvänä puolena tällä kelalla on se, että se on halvempi, kuin vastaava öljykylpykela, eikä mihinkään erityisvalmisteluihin tarvitse ryhtyä, kuten ilmaamiseen ja säiliökanavissa olevan paineen rajoittamiseen. Huonona puolena on se, että kela saattaa ruostua kondenssi-ilmiön seurauksena. Tällöin kela ei toimi ollenkaan, tai toimii ajoittain, silloin kun sitä huvittaa. Jos käytössä on vaihtovirtakela, on kelan täydellinen tuhoutuminen vaarassa. Esimerkiksi paperiteollisuudessa pituusleikkurien hydraulikka sijaitsee sellaisessa ympäristössä, että ilmakylpykelaan kondensoituu vettä, joka ruostuttaa kelan jo parissa vuodessa.

## Öljykylpykela



Kuva 21.

Käytetään myös nimitystä "märkäkela". Tämä kela poikkeaa edellisestä siinä, että kelaan pääsee venttiilin säiliökanavan puolelta öljyä, jolloin on varmistuttava siitä, että kela todella täyttyy öljystä. Tällöin voidaan käyttää esimerkiksi ilmausruuveja. Kelan sisällä olevasta öljystä on muunmuassa seuraavat edut: kela ei pääse koskaan ruostumaan, öljy voitelee ja suojaa kelaa liian suurelta lämmöltä. Huonona puolena on muun muassa se, että kela ei kestä yli 70 barin painetta. Toisin sanoen, jos säiliökanaviin muodostuu liian suurta painetta, on aina vaara, että se ehtii taasaantua, myös kelalle. Toisaalta kelan ilmauksesta huolehtiminen voi olla joskus riesa (tosin hyvin harvoin).

## Venttiilin asennus

Venttiili asennetaan sille kuuluvalle standardisoidulle peruslevylle neljällä pultilla. Asennuksen yhteydessä on huolehdittava seuraavista asioista:

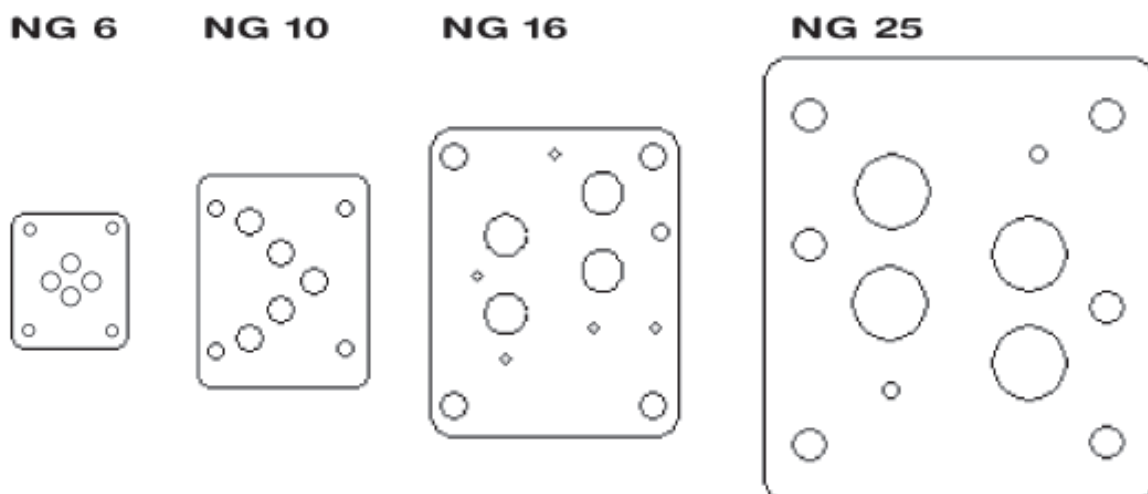
1. Suojatulpat pidetään venttiilissä mahdollisimman pitkään
2. Välitön asennusympäristö on puhdas
3. O-renkaat pysyvät paikallaan
4. Varotaan kiinnityspulttien katkeamista kiristyksen yhteydessä.

## Peruslevy

Kuten edellä mainittiin, asennetaan suuntaventtiilit peruslevylle. Peruslevyn aukkokuviointi on kaikilla hydraulikan toimittajilla sama, joten eri toimittajien venttiileitä voidaan asentaa kenen tahansa peruslevylle. Venttiin aukkokuviointiin on oltava sama, kuin vastaavassa peruslevyissä. Peruslevyn liitäntäaukot voivat olla takana tai sivussa. Kuvassa on esitetty neljä erikokoista peruslevyä.

## Ryhmäasennus

Ryhmäasennuksessa samalla peruslevyllä voi olla rinnakkain useampia suuntaventtiileitä. Tällöin kaikilla suuntaventtiileillä on yhteinen paine-, paluu- ja vuotoiläntä.



Kuva 22. Käytetyimmät nimelliskokoiset peruslevyt. Venttiiliä ei voi asentaa väärinpäin, koska kiinnityspulttien kierrereikien etäisyyksien ero poikkeaa 1 mm. Kuvan peruslevyissä ei ole X- ja Y-liitäntän reikiä. Lyhenne NG tarkoittaa nimelliskokoa. NG 6 -kokoinen venttiili laskee lävitseen valmistajasta riippuen noin 30...40 l/min. NG 10 puolestaan laskee jo yli sata litraa minuutissa, NG 16 -kokoinen päästää kevyesti jo yli 200 l/min, kun taas NG 25 -kokoisen venttiilinläpäisyky on yli 500 litraa/min. Aksiaaliluistiventtiilejä valmistetaan aina 4000 litran minuuttituotoille asti.

## Suuntaventtiilien vikakohteet

Jos öljy on puhdas, venttiili on oikein valittu paineeseen ja tilavuusvirtaan nähden, ja jos venttiili on kiinnitetty oikein peruslevylle, toimii suuntaventtiili moitteettomasti, pitkään ja hartaasti. Allaolevassa luettelossa on mainittu ne kohdat, jotka yleisimmin ovat aiheuttaneet toimintahäiriöitä.

1. Likainen öljy, jolloin luisti ja pesä kuluvat, tai luisti alkaa takelrella.
2. Virheellinen kiinnitys, jolloin runko saattaa taipua ja luistin liikkuminen vaikeutuu
3. Virtausvoimat saattavat estää venttiilin avautumisen tai sulkeutumisen, silloin kun tilavuusvirtaan nähden on liian pieni venttiili.
4. Suuret lämpötilaerot saattavat aiheuttaa lämpöshokin, jolloin luisti laajenee pesään kiinni.
5. Väärät jännitteet
6. Kondenssi-ilmiön aiheuttama kelan ruostuminen
7. Työntöpinnan katkeaminen
8. Keskitysrousun katkeaminen
9. Valuhuokosten puhkeaminen, jolloin öljy alkaa virrata takaisin säiliöön.

## Suuntaventtiilien ominaisuudet

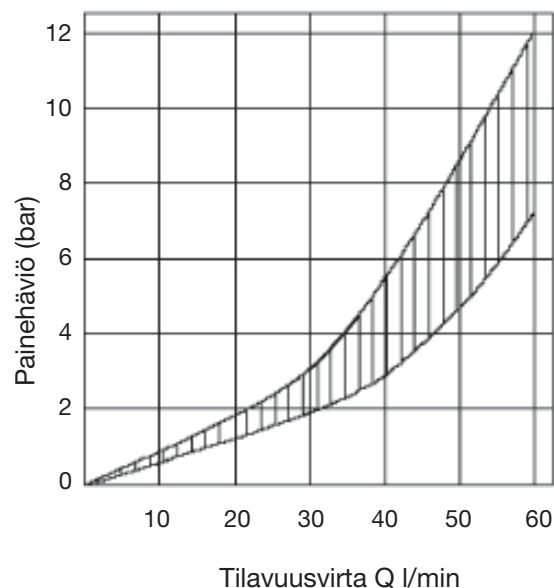
Ominaisuudet ilmaistaan painehäviönä, maksimipaineena, läpäisykykyinä ja välisvuotona. Toisaalta ominaisuuksiin kuuluu venttiiliin kohdistuvat häiritsevät voimat.

## Läpäisykyky

Millaisen öljymäärän venttiili läpäisee? Yleensä tässä esityksessä käsitellyjä luistityyppisiä suuntaventtiilejä rakennetaan aina 4000 litran minuuttituottoon saakka, jonka jälkeen on pakko siirtyä pois tavanomaisesta hydrauliliikasta. Venttiilin läpäisykyky voidaan ilmoittaa sen nimelliskokona (esimerkiksi NG 6, NG 10, ...jne.), kuten edellä peruslevyjen yhteydessä. Läpäisykykyyn nähden liian suuret tuotot järjestelmässä aiheuttavat ylikuumenemista ja luistin epämääräistä toimintaa.

## Painehäviö

Valmistajat ilmoittavat kullekin venttiilille painehäviön tietyllä tilavuusvirralla käyrämuodossa. Painehäviö alkaa kasvaa voimakkaasti tilavuusvirran kasvaessa. Pyrkimys on aina mahdollisimman pieneen painehäviöön.

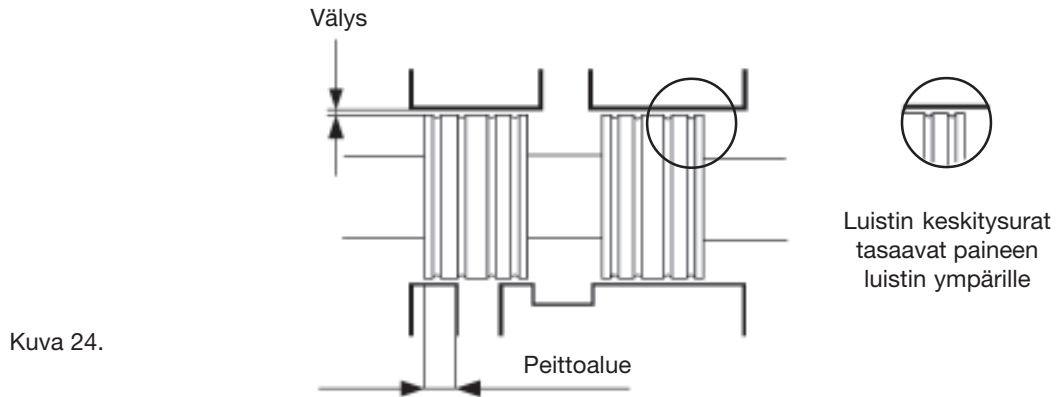


Kuva 23. NG 6 -kokoisen suuntaventtiilin painehäviökäyrät eri tilavuusvirroilla. Kuten nähdään, kasvaa painehäviö voimakkaasti tilavuusvirran kasvaessa. Painehäviö vaihtelee virtauksen suunnasta riippuen, ts. virtaako öljy P:stä A:han vai B:hen, vai A:sta T:hen jne. Vaihteluväli on varjostetulla alueella.

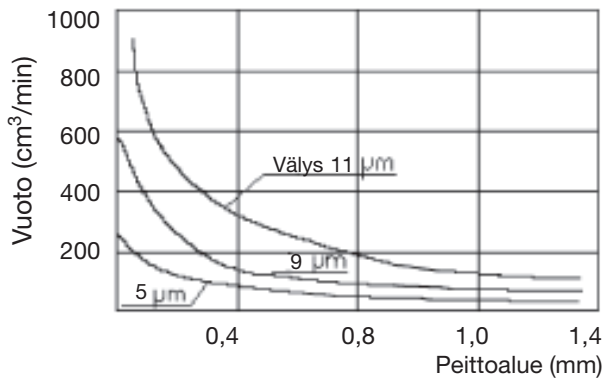
## Maksimipaine

Samoin, kuin painehäviö, ilmoitetaan myös se, mille paineelle venttiili soveltuu. Esimerkiksi teollisuudessa yleisin suuntaventtiili on 350 barin venttiili. Tämä ei tarkoita sitä, että venttiili räjähtää, kun paine ylittää 350 baria, mutta jos jatkuva käyttöpaine on reilusti yli tämän, olisi syytä neuvotella tilanteesta ensin valmistajan kanssa, koska venttiileitä on saatavana suuremmillekin paineluokille.

## Vällysvuodot



Kuva 24.



Kuva 25.

Koska meillä on käytössä luistiventtiilit, joudumme pesän ja luisti välissä käyttämään vällystä, jonka kautta öljyä virtaa myös takaisin säiliöön. Eri suuruiset vällykset aiheuttavat tietysti erisuuren vuodon. Kuvassa 25 on esitetty vällysvuodon suuruus (kuutiometriä minuutissa) kolmella erisuurella, venttiileissä yleisimmin käytetyillä vällyksillä, kun paine-ero on 200 baria ja peittoalueet ovat pituudeltaan 0,4 mm, 0,8 mm, 1,0 mm ja 1,4 mm. Vällysvuodon kasvaessa alkaa öljy lämmentä voimakkaasti. Vällysvuotoa on pienennetty muun muassa siten, että luistit on varustettu keskitysaurilla, joiden ansiosta paine tasaantuu paremmin luistin ympärille.

## Häiritsevät voimat

Nämä ovat virtauksesta aiheutuvia voimia, joista tärkein on Bernoullin voima. Virtauksen kasvaessa kasvaa myös häiritsevät voimat, jolloin ohjauksen tasapainotila ei asetu enää magneetin, kitkavoimien ja keskitysvoiman muodostamaan tasapainotilaan, vaan tasapainotilanne alkaa hakeutua pikemminkin Bernoullin voiman ja magneetin kesken, jolloin tilanne muuttuu epämääräiseksi.

## Venttiilien huolto

Seuraavat huolto-ohjeet on tarkoitettu sellaisiksi, jotka ovat mahdollisia kenen tahansa tehdä. Tarkempia vuoto-, paine- ym. mittauksia varten tarvitaan jo runsaasti erikoistyökaluja ja erikoisosaamista sekä asianmukaista laboratoriotyötä.

1. Suuntaventtiilit varastoidaan liitäntäaukot tulipattuina, ja kotelotilat täytettynä öljyllä.
2. Tiivistykseen käytetään hydrauliiikkaa varten valmistettua liimaa. Teflon -teippiä ei saa käyttää (!), mieluummin hammppua tai tappuraa.
3. Silmämääräiset tarkastukset ovat riittäviä, eli jos luisti liikkuu sormilla kokeiltaessa takelteleematta, ja luistissa ei ole silmännähtäviä kulumajälkiä, on kaikki niiltä osin hyvin. Pesässä olevia naarmuja voi hioa käsin pulloharjan tapaisella harjalla, ja luistista voidaan pienet naarmut ottaa vesihioamapaperilla pois.
4. Jos kyseessä on ilmakykykelalla varustettu venttiili, on syytä purkaa magneettia niin paljon, että voidaan katsoa, onko magneettiin tiivistynyt kosteutta. Kosteus ja sen aiheuttama ruoste poistetaan ja kokeillaan sen jälkeen oikealla ohjausjännitteellä magneetin toiminta.
5. Huollettu venttiili on syytä ajaa koepenissä, jotta huollon onnistuminen varmistuisi. Koeajo voi tapahtua siten, että vuorotellaan ohjausvirtaa molemmille magneeteille, ja todetaan painemittareista, kulkeeko öljy venttiilin läpi ja sulkeutuuko venttiili, kun ohjausjännite poistetaan?
6. Nostetaan paine varovasti maksimityöpaineseen ja reilusti sen yli (tässä vaiheessa suojaa silmäsi). Näin voidaan todeta mahdolliset vuodot.