

# Tekniikan englantia

Englannilla  
tehostettua  
hydrauliikkaa

Hydraulics  
Powerd by  
English

Eero Aula

**Eero Aula**

**Englannilla tehostettua hydraulikkaa**

**Hydraulics Powered by English**

Kirjan englanninkielisiin osiin on käytetty luvalla lainauksia Deere & Companyn ohje-, käs-i ja oppikirjojen sivuilta

Rights to translate these materials Courtesy of Deere & Companies, Moline, IL, U.S.A

Copyrights © Eero Aula 2013

ISBN 978-952-7053-01-0

## Englannilla tehostettua hydraulikkaa Sisältö Content

<b>Sisältö Content</b> .....	<b>1</b>	Lines And Line Functions .....	21
<b>1. Hydraulic – How It Works</b> .....	<b>3</b>	Pumps .....	21
Liquids Have No Shape Of Their Own.....	3	Motors .....	21
Liquids Are Practically Incompressible .....	3	Cylinders .....	21
Liquids Transmit Appliedpressurein All Directions.....	3	Miscellaneous Units .....	22
Liquids Provide Great Increase In Work Force.....	4	Directional Valves .....	22
Basic Principles Of Hydraulics.....	5	Basic Valve Symbols.....	22
Liquids Have No Shape Of Their Own.....	5	Valve Examples .....	23
Liquids Are Practically Incompressible .....	5	Basic Valve Symbols Perusventtiilien symboleja .....	24
Liquids Transmit Applied Pressure In All Directions .....	5	Valve examples Venttiiliesimerkkejä .....	24
Liquids Provide Great Increases In Work Force .....	5	SANASTOA.....	25
Sanastoa .....	5	Sanastoharjoitus .....	26
Sanastoharjoitus.....	6	<b>5. Hydraulic Filters And Contamination .27</b>	
<b>2. Advantages of Hydraulic hydrauliiikan etuja8</b>	<b>8</b>	Types Of Filters.....	27
Huonoja puolia (Disadvantages) .....	10	Degrees Of Filtration .....	28
Exercise harjoitus .....	10	Contamination .....	28
Käännös/ratkaisut Translation/solutions .....	12	Effects Of Contamination .....	29
Sanan selitystä word expalanation .....	12	Suodatus .....	29
"Continental DRIFT .....	13	Suodintyytit.....	30
Sanastoa Vocabulary .....	13	Suodatusaste .....	30
<b>3. Hydraulic Valves Hydrauliiikan Venttilit15</b>	<b>15</b>	Saaste Contamination.....	31
Introduction Johdanto .....	16	Lian Vaikutukset.....	31
SANASTOA.....	16	Sanastoa .....	32
Käännösharjoitus.....	18	Harjoitus .....	35
Sanan Selityksiä Word Explanations.....	19	<b>6. Hydraulic Motor Application and Efficiency 38</b>	
<b>4. Graphical Symbols Of Hydraulic Hydrauliiikan Graafisia Piirrosmerkkejä.....20</b>	<b>20</b>	Motor Selection .....	38
Piirrosmerkkien Selityksiä.....	20	Motor Torque.....	39
		Speed.....	39
		Power .....	39
		Motor Size .....	39
		Motor Pressure Range .....	39
		Motor Speed Range .....	40

Hydraulimoottorisovellukset.....	40	Proportionaalinen Virranjakoventtiili .....	58
Moottorin Valinta .....	40	Flow Divider Valves.....	58
Moottorin Vääntömomentti .....	40	Proportional Flow Divider .....	60
Nopeus .....	41	Sanastoa .....	60
Teho .....	41	Sanastoharjoitus .....	62
Moottorin Koko .....	41	<b>11. Pressure Reducing Valves Paineenalennusventtiilit 64</b>	
Painealue .....	41	Paineenalennusventtiilejä on kahta tyyppiä .....	64
Nopeusalue .....	41	The Two Types Of Pressure Reducing Valves.....	66
Sanastoa .....	41	A restriction causes a pressure drop.....	67
<b>7. Hydrostatic Drives Hydrostaattinen Voimansiirto 44</b>		Sanastoa .....	67
Introduction.....	44	Exercise .....	69
How It Works .....	44	<b>12. Pilot Conttrolled Poppet Valves..... 72</b>	
Introduction - Johdanto.....	44	<b>13. Esiohjatut Patruunaventtiilit..... 72</b>	
How It Works Kuinka Se Toimii .....	45	Sanan selitystä.....	73
Sanastoa .....	45	Pilot Controlled Poppet Valves.....	73
Sanastoharjoitus.....	46	Sanastoa .....	74
<b>8. Volume Control Valves Virransäätöventtiilit 47</b>		<b>14. Teho ja vääntömomentti–Power And Torque Of Hydraulic Motors And Pumps ..... 76</b>	
Flow Control Valves.....	47	Displacement And Torque Of Motors .....	76
Needle And Globe Valves Noncompensated Valves.....	47	Types Of Hydraulic Motors.....	77
Virransäätöventtiilit .....	48	Gear Motors .....	77
Neula- Ja Palloventtiilit Needle And Globe Valves .....	48	Displacement Tuotto ja kierrostilavuus.....	77
Sanastoharjoitus.....	50	Hydraulic power Hydraulinen teho .....	78
<b>9. Compensated Flow Control Valves.....52</b>		Suomennos.....	78
Bypass Flow Regulation .....	53	Moottorin kierrostilavuus ja vääntömomentti. ....	78
Kompensoidut virransäätöventtiilit.....	53	Hydraulimoottoreiden päätyypit.....	79
Virtauksen säätö ohivirtauksella .....	53	Hammasyörämoottorit Gear motors .....	79
Sanan Selitystä .....	54	Käännösharjoitus .....	80
Sanastoa .....	54	Sanastoa .....	80
Sanastoharjoitus.....	55	Sanastoharjoitus .....	81
<b>10. Flow Divider Valves Virranjakoventtiilit57</b>		<b>15. Ilmoittajat, käyttäjät ja tukijat ..... 83</b>	
Suomennos .....	57		
Prioriteettiventtiili .....	57		

## 1. Hydraulic – How It Works

Hydrauliikan ymmärtämiseksi muutamat harvat ja yksikertaiset peruseriaatteet on hallittava – The basic principles of hydraulics are few and simple:

- Liquids have no shape of their own – nesteillä ei ole omaa muotoa.

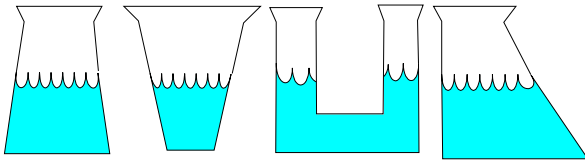


Fig. 1 –Liquids Have No Shape of Their Own

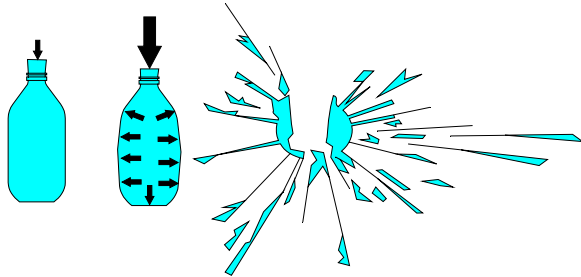


Fig. 2 –Liquids are Practically Incompressible

- Liquids are practically incompressible – nesteet ovat käytännöllisesti katsoen kokoonpuristumattomia.
- Liquids transmit applied pressure in all directions – nesteet välittävät käytetyn paineen kaikkiin suuntiin. Paine leviää nesteessä tasaisesti kaikkialle.

- Liquids provide great increases in work force – Nesteillä saadaan aikaan suuri työskentelyvoiman kasvu.

### Liquids Have No Shape Of Their Own

Nesteet mukautuvat mihin tahansa astiaan. Tämän vuoksi öljy hydraulijärjestelmässä voi virrata jokaiseen kaikkiin suuntiin sekä läpi kaikenkokoisten ja muotoisten aukkojen

### Liquids Are Practically Incompressible

Kuva 2 – havainnollistaa nesteiden kokoonpuristumattomuutta. Turvallisuussyistä koetta ei kuitenkaan ole syytä tehdä. Jos kuitenkin painaisimme tiivistä korkkia pullon suulla alaspäin, neste ei puristuisi kokoon. Pullo särkyisi ennemmin pirstaleiksi.

(NOTE Huomautus: nesteet puristuvat ihan pienen hiukkasen kokoon paineenalaisena, mutta meidän tarkoituksissa ne on katsottavissa kokoonpuristumattomiksi – liquids will compress slightly under pressure, but for our purpose they are incompressible).

### Liquids Transmit Applied Pressure in All Directions

Käytetty paine leviää nesteessä tasaisesti kaikkialle ja kaikkiin suuntiin. Tätä osoittaa kuvan 2 – kokeessa pirstoutunut peräänantamaton astia.

Hydrauliikassa edellä mainittu koe todistaa erittäin tärkeän fysiikan peruseriaatteen – neste välittää paineen nesteessä tasaisesti kaikkialle, mihin neste on olemassaolollaan ko. tilassa vaikuttamassa.

Jatkamme kokeita kuvan 3 – mukaan. Ota kaksi poikkileikkauspinta-aloiltaan samankokoista sylinteriä ja kytke ne putkella

yh-teen. In fig. 3, take two cylinders of the same size and connect them by a tube. Fill the cylinders with oil to the level shown.

Täytä sylinterit öljyllä kuvan mukaiselle tasolle. Aseta molempiin sylintereihin männät lepäämään öljypatsaan päällä – piston that rests on the columns of oil. Paina nyt tois-ta mäntää alaspäin yhden naulan voi-malla – with a force of one pound.

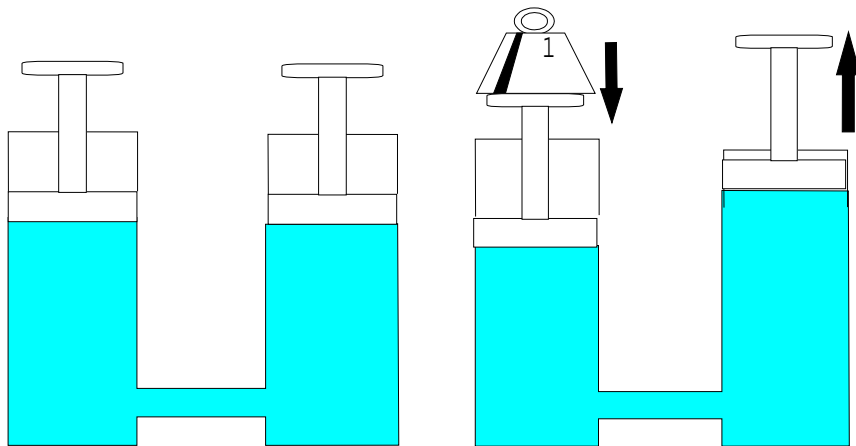


Fig. 3 – Liquids Transmit Applied Pressure in All Directions

Paine leviää tasaisesti nesteessä läpi koko järjestelmän ja samansuuruinen voima koh-distuu toiselle männälle nostaen sitä ylös kuvan mukaan yhden naulan suuruisella voimalla – this pressure is created throughout the system, and equal force of one pound is applied to the other piston, rising it up as shown.

## Liquids Provide Great Increase In Work Force

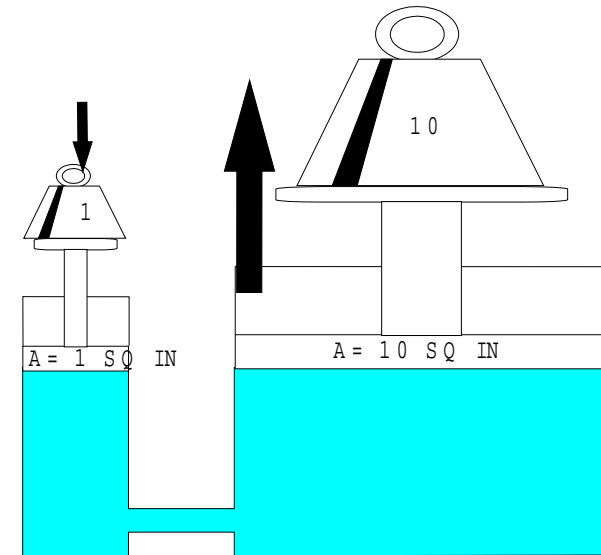


Fig. 4 – Liquids Provide Great Increases in work Force

Nesteillä voidaan kasvattaa työvoimaa suuresti. Ottakaamme nyt lisää sylintereitä, kaksi erikokoista kuten kuvassa 4. ensimmäisen sylinterin poikkileikkauspinta-ala on yhden neliötuuman – the first cylinder has an area of one square inch, but the second has an area of ten square inches – mutta toisen poikkipinta-ala on kymmenen neliö-tuumaa.

Jälleen kohdistamme yhden naulan suuruisen voiman pienemässä sylinterissä olevalle männälle – again use a force of one pound on the piston in the smaller cylinder.

Jälleen kerran, paine nesteessä leviää tasaisesti ja nostaa nyt isompaa mäntää kym-menen naulan voimalla – once again the

pressure is created throughout the system. So a pressure of one pound per square inch is exerted on the larger cylinder.

Kun isommalla männällä on poikkipinta-alaa kymmenen neliötuumaa ja jokaisella on nau-lan suuruinen voima, on kokonaisvoima kymmenen naulaa – since that cylinder has a piston area of ten square inches, the total force exerted on it is ten pounds. In the other words, we have a great increase in work force – toisin sanoen meillä on suuresti kasvanut työvoma.

This helps you to stop a large machine by pressing a brake pedal – tämä auttaa pysäyttämään isonkin koneen jarrupolki-men painamisella

### **Basic Principles Of Hydraulics**

The basic principles of hydraulics are few and simple:

#### **Liquids Have No Shape Of Their Own.**

They acquire the shape of any container (Fig. 1). Because of this, oil in a hydraulic system will flow in any direction and into a passage of any size or shape.

#### **Liquids Are Practically Incompressible**

This is shown in fig. 2. For safety reason, we obviously wouldn't perform the experiment shown. However, if we were push down on the cork of the tightly sealed jar, the liquid in the jar would not compress. The jar would shatter first. (NOTE: Liquids will compress slightly under pressure, but for our purpose they are in-compressible.)

### **Liquids Transmit Applied Pressure In All Directions**

The experiment in Fig. 2 shattered the glass jar and also showed how liquids transmit

pressure in all directions when they are put under compression.

This is very important in a hydraulic system. In Fig. 3, take two cylinders of the same size (one square inch) and connect them by a tube. Fill the cylinders with oil to the level shown. Place in each cylinder a piston, which rests on the columns of oil. Now press down on one cylinder with a force of one pound. This pressure is created throughout the system, and equal force of one pound is applied to the other piston, raising it as shown.

### **Liquids Provide Great Increases In Work Force**

Now let's take two more cylinders of different sizes and connect them as shown in Fig. 4. The first cylinder has an area of one square inch, but the second has an area of ten square inches. Once again the pressure is created throughout the system. Force of one pound is multiplied by ten.

### **Sanastoa**

basic principle peruseriaate

few muutama, harva simple yksinkertainen

liquid neste

shape muoto

their own heidän oma

practically käytännöllisesti

incompressible kokoonpuristumaton

transmit siirtää, levittää  
applied pressure käytetty paine

all directions kaikkiin suuntiin

provide tuottaa

great increase suuri nousu

work force käyttövoima

acquire hankkia, saavuttaa

in any directions kaikissa suunnissa

passage läpikulku, väylä

size koko

this is shown tämä nähdään

for safety reasons turvallisuussyistä

obviously itsestään selvästi

perform suorittaa, tehdä

experiment koe, kokeilla

however kuitenkin

if we were to push jos painaisimme

down alas

tightly tiukasti

sealed tiivistetty

compress puristua kokoon

shatter mennä pirstaleiksi

take ottaa

connect kytkeä

by a tube putken välityksellä

fill täyttää

to the level shown näytettyyn tasoon

create luoda, aiheuttaa throughout kaikkialla

is applied käytetty/suunnattu

raise nostaa

great increase suuri nousu

different sizes erikokoisia

### Sanastoharjoitus

Kirjoita suomenkieliset vastaavat

acquire .....

all directions .....

applied pressure .....

basic principle .....

by a tube .....

compress .....

connect .....

create .....

different sizes .....  
down .....

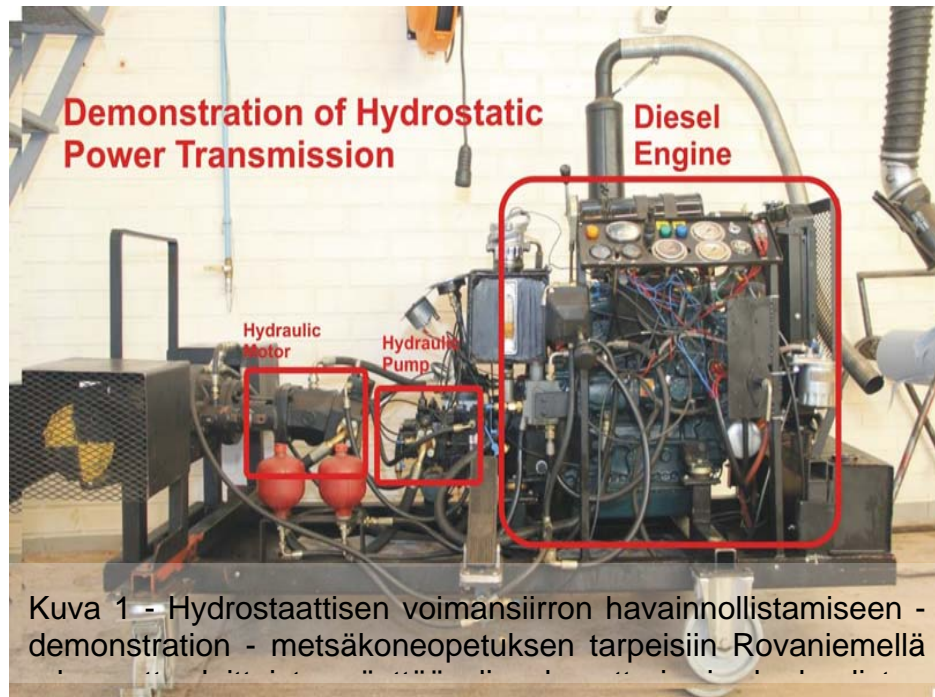
experiment .....  
few .....  
fill .....  
for safety reasons .....  
great increase .....  
great increase .....  
however .....  
if we were to push .....  
in any directions .....  
incompressible .....

is applied .....  
liquid .....  
obviously .....  
passage .....  
perform .....  
practically .....  
provide .....  
raise .....

sealed .....  
shape .....  
  
shatter .....  
simple .....  
size .....  
take .....  
their own .....  
this is shown .....  
throughout .....  
tightly .....  
to the level shown .....  
transmit .....  
work force .....

## 2. Advantages of Hydraulic hydrauliiikan etuja

To look at the advantages and disadvantages of the hydraulic system, let's compare it to the other common methods of transferring this power. These would be mechanical shafts, gears, chains, belts or electrical power transmission.



Kuva 1 - Hydrostaattisen voimansiirron havainnollistamiseen - demonstration - metsäkoneopetuksen tarpeisiin Rovaniemellä

Tarkasteltaessa hydraulijärjestelmän etuja ja varjopuolia - to look at the advantages and disadvantages of the hydraulic systems -, on hyvä vertailla sitä muihin yleisiin voimansiirtomenetelmiin. Niitä ovat mm. mekaaniset akselit, hammaspyörävälitykset, ketjut, hihnat tai sähköinen voimansiirto.

### ADVANTAGES

1. FLEXIBILITY - Unlike the mechanical method of power transmission where the relative positions of engine and work site must remain relatively constant with the flexibility of hydraulic lines, power can be moved to almost any location.

JOUSTAVUUS, TAIPUISUUS, FLEKSIBILITEETTI. Näyttää monimutkaiselta sanoa suomeksi, mutta ajatus vapaasti käännettynä voisi olla seuraava: "Toisin kuin mekaanisissa voimansiirtomenetelmissä, joissa moottori ja koneen toimilaitteiden sijoitus pysyvät pakosta varsin pitkälle paikallaan, hydraulijärjestelmissä sijoitukset ovat joustavia."

Riippumatta komponenttien sijoituspaikoista, hydrauliiikassa käyttöteho voidaan siirtää miltei minne vain.

Tämän saavat aikaan hydrauliiikan joustavat ja taipuisat hydrauliiikan tehoa - painetta ja virtausta - välittävät linjat, letkut ja putket.

2. MULTIPLICATION OF FORCE - In the hydraulic system, very small forces can be used to move very large loads simply by changing cylinder sizes.

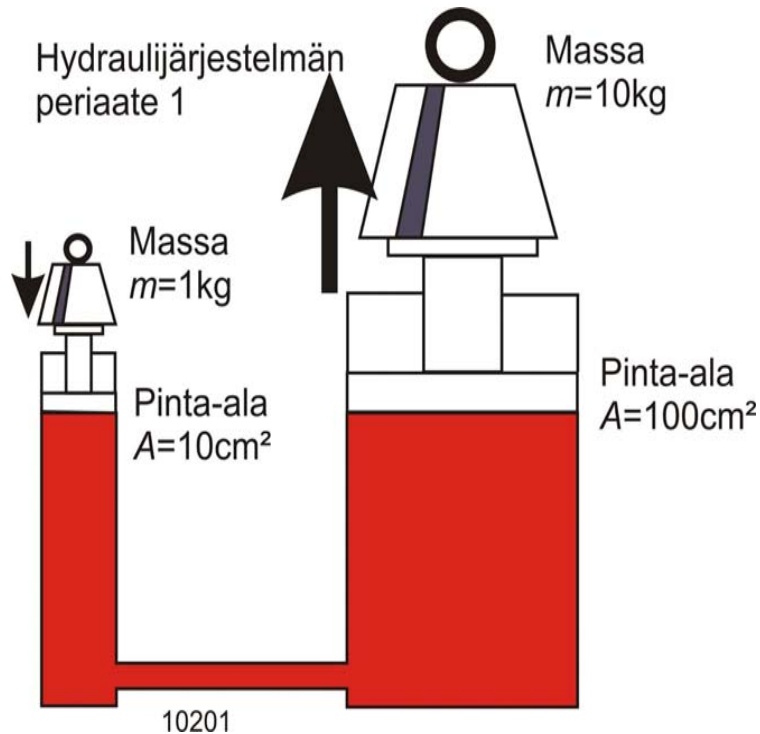
Hydraulijärjestelmässä hyvin pienellä voimalla voidaan liikuttaa erittäin suuria kuormia yksinkertaisesti sylintereiden kokoja vaihtamalla.

3. SIMPLICITY - The hydraulic system has fewer moving parts, fewer points of wear, and it lubricates itself.

Hydraulijärjestelmällä on vähemmän liikkuvia osia, vähemmän kuluvia paikkoja, ja se voitelee itse itsensä.

4. COMPACTNESS - Compare the size of small hydraulic motor with an electric motor of equal horsepower.

Then imagine the size of the gears and shafts which would be required to create the forces which can be attained in a small hydraulic press. The hydraulic system can handle more horse-



Kuva 2 - Multiplication of Force - Voiman moninkertaistaminen hydraulikalla on helppoa.

power for its size than either the other systems.

KOMPAKTISUUS - Vertaa pienen hydraulimoottorin tehoa samantehoiseen sähkömoottoriin. Kuvittele sitten hammasvaihteiden ja akseleiden kokoa, joka tarvittaisiin kehittämään sama voima, joka saadaan aikaan pienellä hydraulisella prässillä.

Hydraulijärjestelmä voi käsitellä kokoonsa nähden suurempia tehoja kuin muut järjestelmät.

5. ECONOMY-This is the natural result of the simplicity and compactness which provide relatively low cost for their power transmitted. Also, power and frictional losses are comparatively small.

TALOUDELLISUUS -Tämä on luonnollinen seuraus yksinkertaisuudesta ja pienestä koosta, jotka antavat tehokkaan voimansiirron suhteellisen alhaisilla kustannuksilla. Myös teho- ja kitkahäviöt ovat verra-ten pienet.

6. SAFETY-There are fewer moving parts such as gears, chains, belt and electrical contacts than in other systems. Overloads can be more easily controlled by using relief valves.

1. Fleksibiliteetti, taipuisuus ja joustavuus (flexibility). Mekaanisissa järjestelmissä moottori ja toimilaite pysyvät pakosta hyvin rajoitetuilla paikoilla, mutta hydraulikan avulla työkoneen komponentit voidaan sijoittaa joustavasti kaikkiin tarvittaviin paikkoihin ja siirtää käyttövoima helposti taipuvia letkuja ja putkia pitkin vaikeisiin ja monimutkaisiin paikkoihin.

2. Käyttövoiman moninkertaistaminen (multiplication of work force) . Hydraulikan avulla saadaan pieni voima moninkertaistettua ja siirrettyä tai nostettua vaikkapa käsipelillä esimerkiksi tunkin avulla jopa kymmeniä tonneja vaivattomasti.

3. Yksinkertaisuus (simplicity). Hydraulijärjestelmässä tarvitaan vain vähän liikkuvia osia. Tästä seuraa vähemmän kuluvia osia. Nämä järjestelmä voitelee itse automaattisesti, kun miltei aina välitysnesteenä on voitelukykyinen öljy.

4. Kompakti rakenne (compactness). Pieneen kokoon saadaan paljon toimintoja ja pienet komponentit välittävät suuria tehoja. Jos verrataan vaikka 30 kilowatin tehoista poltto- tai sähkömoottoria samantehoiseen hydraulimoottoriin tai pumppuun, todetaan hydraulisen laitteen koko vain murto-osaksi edellisistä.

5. Taloudellisuus (economy). Yksinkertaisesta rakenteesta seuraa edulliset valmistuskustannukset. Hydraulisten laitteitten teho- ja kitkahäviöt ovat kohtuullisen pienet jolloin hyötysuhde on myös tarpeeksi suuri.

6. Turvallisuus ja hallinnan helppous (safety and easy of control)

Monet toiminnot on helppo automatisoida ja järjestää käsin ohjattavien liikkeiden ohjaus niin, että kuljettajan on helppoa hallita useita toimintoja samanaikaisesti. Toimilaitteiden liikkeet saadaan täsmällisiksi. Ylikuormitukset ja niistä johtuvat vauriot ehkäistään yksinkertaisilla ylikuormitusventtiileillä.

Hydraulisessa järjestelmässä liikkuvien osien tarve on paljon vähäisempi kuin vastaavassa mekaanisessa, jossa voi olla runsaasti ketjuja, akseleita, hammaspyöriä ja hihnoja. Ne voivat olla turvallisuusriskejä. Ylikuormitusten ehkäisy vähentää vaaroja hydraulikassa.

### **Huonoja puolia (Disadvantages)**

Hydraulisen voimansiirron varjopuolina voi mainita mm. melun, komponentit ovat usein äänekkäitä (noisy). Ulkopuoliset vuodot likaavat ympäristöä (external leakages pollute the environment), pienikin määrä mineraaliöljyä likaa suuria määriä pohjavettä.

Nykyisin käytetään yhä enemmän biohajoavia öljyjä, joiden ympäristöhaittoja pidetään pienempinä kuin mineraaliöljyjen. Lika hydraulioöljyssä voi aiheuttaa suuria ja kalliita tuhoja ja vahinkoja hydraulijärjestelmissä. Järjestelmä on herkkä lämpötiloille, niin kylmille kuin kuumillekin. Kumpikin voi aiheuttaa vaurioita hydrauliiikan komponenteille. Ilma hydraulijärjestelmässä aiheuttaa monia harmejä ja voi vaurioittaa komponentteja. Hydraulijärjestelmään päässyt ilma on vaarallinen. Se kokoonpuristuvana aiheuttaa liikkeille epätasmuällisyyttä ja voi johtaa arvaamattomiin ei toivottuihin ilmiöihin. Ilma öljyn joukossa tuhoaa hydrauliiikan komponentteja. Se lisää kavitaatiota ja dieselilmiöitä, kokoon puristuessaan kuumenemisella, polttaa ja tuhoaa tiivisteitä (burns and destroys the seals and gaskets), muita hydrauliiikan komponentteja sekä öljyä.

### **Exercise harjoitus**

Valitse vaihtoehtoista johdantotekstille sopiva komponentti, tapahtuma tai toiminta.

1. A device which converts hydraulic power into mechanical force and motion

- a. accumulator
- b. actuator
- c. cooler
- d. bleed
- e. by-pass

2. The process by which air is removed from a hydraulic or fuel injection system

- a. accumulator

- b. actuator
- c. cooler
- d. bleed
- e. by-pass

3. A secondary passage for fluid flow in a hydraulic system or oil in a lubrication system

- a. accumulator
- b. actuator
- c. cooler
- d. bleed
- e. by-pass

4. A heat exchanger which removes heat from a fluid or oil

- a. accumulator
- b. actuator
- c. cooler

- d. bleed
- e. by-pass

5. A container which stores fluids under pressure as a source of hydraulic power

- a. accumulator
- b. actuator
- c. cooler
- d. bleed
- e. by-pass

6. The volume of oil transferred by one complete cycle, stroke or revolution of a pump, motor or cylinder

- a. filter
- b. drift
- c. friction
- d. potential energy

e. displacement

7. Motion of a cylinder or motor due to internal leakage past the components in a hydraulic system

- a. filter
- b. drift
- c. friction
- d. potential energy
- e. displacement



8. The static energy of oil which is standing but is pressurized and ready to work, example oil in charged hydraulic accumulator

- a. filter
- b. drift
- c. friction
- d. potential energy
- e. heat energy

9. The resistance to fluid flow in a hydraulic system. The force which tries to stop on surface sliding over another

- a. filter
- b. drift
- c. friction
- d. potential energy
- e. displacement

### **Käännös/ratkaisut Translation/solutions**

1. Laite, joka muuttaa hydraulisen tehon mekaaniseksi voimaksi ja liikkeeksi on b. actuator toimilaite
2. Prosessi, tapahtuma, millä ilma poistetaan hydraulikasta tai polttonesteen ruiskutusjärjestelmästä on d. bleed ilmaus
3. Toisio/toissijainen kanava öljyn virtaukselle hydraulii- tai voitelujärjestelmässä on e. by-pass ohivirtauskanava
4. Lämmönvaihdin, joka poistaa lämpöä nesteestä tai öljystä on c. cooler jäähdytin

5. Säiliö, johon on varastoituneena paineenalaista hydraulista energiaa, on a. accumulator paineakku

6. Yhdellä pumpun, moottorin tai sylinterin iskulla, kierroksella tai sykkeellä siirtyvä öljyn määrä on e. displacement iskutilavuus, kierrostilavuus

7. Sylinterin tai moottorin liike, joka johtuu hydraulijärjestelmän sisäisestä vuodosta ohi komponenttien, on b. drift ryömintä, valuminen

8. Paineenalainen öljylataus, valmiina teke-mään työtä, esim. paineakkuun varastoitunut hydraulinen energia on d. potential energy potentiaalista energiaa

9. Vastustaa nesteen virtausta hydraulijärjestelmässä. Tekijä, joka yrittää pysäyttää kappaleen liukumasta toisen kappaleen pinnalla on c. friction kitka, nesteen sisäinen kitka./4/

### **Sanan selitystä word explanation**

Drift ajaminen, ajautuminen, ajelehtiminen, liike, kulku, virta, tuulen tai veden ajama massa, hiekka, lumi, kinos, rannalle ajautunut tavara tms. Drift tarkoittaa myös sivupoikkeamaa, sortoa, pyrkimystä, taipumusta, suuntaa, aukon väljentämistä ja väljennintä tekniikassa.

Hydrauliikassa sanalla ymmärretään järjestelmän sisäisestä vuodosta aiheutuvaa valumista, myötämistä, ryömintää. Jos ylös jätetyn kuormaajan nostosylinteri vuotaa sisäisesti, valuu nostopuomi hitaasti alas. Jos hydrostaattisella voimansiirrolla oleva työkone pysäytetään hydrauliiikan varaan mäkeen ja pumppu ja/tai moottori vuotavat, lähtee kone "ryömi-mään/valumaan" myötä-mäkeen päin.

"Drift the movement or course of something, mass of matter blown up by wind, to float or be driven along by wind, waves or currents"./3/

### "Continental DRIFT

South America and Africa began to separate about 100 million years ago, as did North America and Europe, thereby creating the Atlantic Ocean. The Indian Ocean began to open up during the Jurassic Period. The principal movement, however, occurred during the Cretaceous and Tertiary periods, when the Indian subcontinent moved north and collided with Asia, and Australia became separated from Antarctica, driving into the Indonesian Archipelago. The westward DRIFT of the American continents generated the compressive forces that produced the western Cordilleran mountain ranges, and the northward DRIFT of India crumpled a large area, thus forming the Himalayas. Similarly, the Alpine ranges were the result of north-south compression between Africa and Europe"/2/.

### Sanastoa Vocabulary

advantage etu, paremmuus  
disadvantage varjopuoli, haitta  
compare vertailla  
common yleinen  
method menetelmä  
transferring siirtäminen  
shaft akseli  
gear hammaspyörävälitys

chain ketju  
power transmission voimansiirto  
unlike toisin kuin  
flexibility joustavuus  
relative suhteellinen, keskinäinen  
position asema, asento, tila  
constant muuttumaton, vakio  
hydraulic line hydraulijohdin, linja  
location asema, paikka, sijainti  
multiplication moninkertaistaminen  
force voima  
changing vaihtamalla, muuttaa  
size koko, suuruus  
simplicity yksinkertaisuus  
fewer vähemmän, harvempaan  
lubricate voidella  
itself itsensä, itse  
compactness tilankäytön tehokkuus  
imagine kuvitella  
require vaatia  
create luoda, aiheuttaa  
attain saavuttaa, saada  
press puristin, prässä

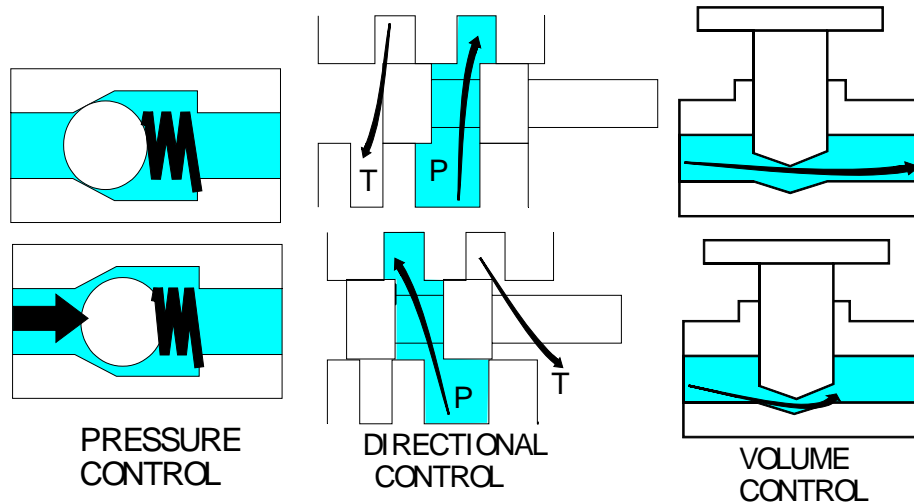
handle	käsitellä	secondary passage	toisiokanava
economy	taloudellisuus	fluid flow	nesteen virtaus
natural result	luonnollinen tulos	heat exchanger	lämmönvaihdin
provide	tuottaa	container	astia, säiliö
low cost	alhainen kustannus	store	varastoida
frictional losses	kitkahäviöt	source	lähde, alkulähde
power losses	tehohäviöt	volume	tilavuus
comparatively	suhteellisesti	cycle	työkierto
belt	hihna	stroke	isku
overload	ylikuorma	revolution	kierros, vallankumous
controll	hallita	filter	suodin
relief valve	paineenrajoitusventtiili	drift	valuminen, ajelehtiminen
devise	laite, koje	friction	kitka
convert	muuttaa	displcement	isku-/kierrostitavuus
motion	liike	standing	paikallaan, seisoa
accumulator	akku, paineakku	pressurized	paineenalaisena
actuator	toimilaite	resistance	vastus
cooler	jäähdytin	surface	pinta
bleed	vuoto, ilmaus/ilman poisto	slide	liukua
by-pass	ohivirtaus	potential energy	potentiaali-/asemaenergia
process	prosessi, tapahtuma		
remove	poistaa		
injection	ruiskutus		

Lähteet:

1. Fundamentals of Service, Deere & Com-pany, Moline, Ill. USA
2. The Software Toolworks, Multimedia En-cyclopedia, 1992 Grolier Inc.
3. Longman Dictionary of Contemporary English, Longman Group Ltd 1978.
4. E. Aula: The Book Series of Technical English 1992-2011, Polarlehdet Oy
5. Eero Aula - Pertti Mikkonen: Liikkuvan kaluston sähköhydrauliikka, Opetushallitus 2008

### 3. Hydraulic Valves Hydrauliikan Venttiilit

Hydrauliikkaa ohjataan ja hallitaan venttiileillä "VALVES". Niitä



tarvitaan paineen "PRESSURE CONTROL" virtauksen "FLOW CONTROL" ja suunnan "DIRECTIONAL CONTROL" säätöön, hallintaan ja ohjaukseen.

Hydraulijärjestelmä kokonaisuudessa muodostuu neljästä pääkomponentista:

1. Säiliö – container - hydrauliöljyn varastoisiksi
2. Pumppu – pump – kehittämään nestelle virtaus
3. Venttiilit – valves – hydrauliikan ohjaukseen ja hallintaan
4. Toimilaite – actuator – tekemään työtä, muuttaa hydraulisen tehon takaisin mekaaniseksi

Valves are the control of the hydraulic system – venttiileillä hallitaan hydraulista järjestelmää. Ne säätävät painetta, virtauksen suuntaa ja virtauksen määrää – they regulate the pressure, direction and volume of oil flow in the hydraulic circuit.

Venttiilit voidaan jakaa kolmeen päätyyppiin – valves can be divided into three major types:

- Pressure Control Valves – paineen säätö-, rajoitus- ja hallintaventtiilit
- Directional Valves – suuntaventtiilit
- Volume Control Valves – virransäätöventtiilit

Kuva näyttää näiden kolmen venttiilityypin perustoiminnan.

Paineenrajoitus- ja säätöventtiileitä käytetään rajoittamaan tai alentamaan järjestelmän painetta, vapauttamaan pumppu tai säätämään järjestelmässä tarvittavaa painetta. Paineensäätöventtiileitä ovat paineenrajoitusventtiilit, paineen alennusventtiilit, jaksoventtiilit ja kuorman vapautusventtiilit.

Suuntaventtiileillä hallitaan öljyn virtauksen suuntaa hydraulijärjestelmässä. Niihin kuu- luvat vastaventtiilit, karaventtiilit, pyöri- vät venttiilit, esiohjatut patruunaventtiilit ja säh- köhydrauliset venttiilit.

Virransäätöventtiilit säätävät öljyn tilavuus- virtaa kuristamalla tai jakamalla sitä toi- saalle. Niitä ovat kompensoidut ja kom- pen- soimattomat virransäätö- ja virranjakovent- tiilit.

Monet venttiileistä ovat muunnelmia kol- mesta edellä mainitusta päätyypistä. Monet virransäätöventtiilit pitävät sisällään myös paineenrajoitus- ja vastaventtiileitä.

Venttiileitä voidaan hallita monella eri tavalla esim. manuaalises- ti, hydraulisesti, sähköisesti tai pneumaattisesti. Monissa nyky- aikaisissa yhdistelmäkoneissa voidaan koneen jaksottaisia työ- vaiheita tai kokonaisia prosesseja automatisoida – Valves can be controlled in several ways: manu- ally, hy- draulically, electri- cally or pneumati- cally. In some modern systems, the en- tire se- quence of operation for a complex ma- chine can be made automatic.

### Introduction Johdanto

Valves are the controls of the hydraulic sys- tem. They regulate the pressure, direc- tion, and volume of oil flow in the hydraulic circuit.

Valves can be divided into three major types:

1. Pressure Control Valves
2. Directional Control Valves
3. Volume Control Valves

Fig. above shows the basic operation of the three types of valves.

PRESSURE CONTROL VALVES are used to limit or reduce system pressure, unload pump, or set the pressure at which oil en- ters a circuit. Pressure control valves in- clude relief valves; pressure reducing valves, pressure sequence valves, and unloading valves.

DIRECTIONAL CONTROL VALVES control the direction of oil flow within a hydraulic system. They include check valves, spool valves, rotary valves, pilot controlled pop- pet valves, and elec- tro- hydraulic valves.

VOLUME CONTROL VALVES regulate the volume of oil flow, usually by throttling or diverting it. They include compensated and non-compensated flow control valves and flow divider valves.

Some valves are variations on three main types. For example, many volume control valves use a built-in pressure control valve.

Valves can be controlled in several ways: manu- ally, hydraulically, electrically, or pneumatically. In some modern systems, the entire sequence of operation for a complex machine can be made automatic.

Rights to translate this materials courtesy of Deere & Company, Moline IL, U.S.A (EA)

### SANASTOA

pressure paine

directional suunta-

introduction esittely

control säätö, hallinta

volume tilavuus  
valve venttiili  
regulate säätää  
divided jaettu  
basic operation perustoiminta  
reduce alentaa  
relief vapautus  
unloading kuorman purku-  
spool kara  
throttle kuristaa  
compensate kompensoida  
for example esimerkiksi  
manually käsin  
pneumatic paineilmatoiminen  
complex yhdistelmä  
oil flow öljyn virtaus  
major types päätyypit  
limit rajoittaa  
enter sisäänkäynti  
include pitää sisällään  
sequence jakso, vaihe  
check valve vastaventtiili  
electro-hydraulic sähköhydraulinen

divert jakaa  
variation muunnelma  
in several ways monella tavalla  
hydraulically hydraulisesti  
entire kokonainen  
operation toiminta

### SANASTOHARJOITUS

Kirjoita suomenkieliset vastaavat

basic operation .....  
check valve .....  
compensate .....  
complex .....  
control .....  
directional .....  
divert .....  
divided .....  
electro-hydraulic .....  
enter .....  
  
entire .....  
for example .....  
hydraulically .....

in several ways .....  
include .....  
introduction .....  
limit .....  
major types .....  
manually .....  
oil flow .....  
  
operation .....  
pneumatic .....  
pressure .....  
reduce .....  
regulate .....  
relief .....  
sequence .....  
spool .....  
throttle .....  
unloading .....  
  
valve .....  
variation .....  
volume .....

## Käännösharjoitus

Suomenna tekstit

### 1. RELIEF VALVES

Each hydraulic system is designed to operate in a certain pressure range. Higher pressures can damage the components or develop too great a force for the work to be done.

Relief valves remedy this danger. They are safety valves which release the excess oil when pressure get too high.

(remedy auttaa, pressure range painealue, damage vaurioittaa, release vapauttaa, excess ylimääräinen)

### 2.PRESSURE REDUCING VALVE

is used to keep the pressure in one branch of a circuit below that in the main circuit.

When pressure starts to rise in the secondary circuit, force is exerted on the bottom of the valve spool, partly closing it. Spring tension holds the valve against the oil pressure so that only enough oil gets past the valve to serve the secondary circuit at the desired pressure. (branch haara, below alle, exert käyttää, desire haluta)

### 3. CHECK VALVES

are simple one-way valves. They open to allow flow in one direction, but close to prevent flow in the opposite direction.

The valve is opened by system pressure which pushes the valve up against its spring. Oil then flows freely past the valve.

### 4. UNLOADING VALVES

The unloading valves direct pump output oil back to the reservoir at low pressure after system pressure has been reached.

They may be installed in the pump outlet line with a tee connection.

The valve opens when sensing pressure rises and overcomes the spring thrust. The valve moves back, opening the outlet to the reservoir. Pump outlet is now diverted to the reservoir at low pressure.

Translate into English:

Hydraulijärjestelmä muodostuu säiliöstä, pumpusta, venttiileistä, letkuista ja putkista sekä toimilaitteista. Toimilaitteita ovat sy-linterit ja moottorit.

### **Sanan Selityksiä Word Explanations**

Control tarkoittaa kontrollia, tarkastusta. Se tarkoittaa myös valtaa, hallintaa, hillintää, ohjaus- ja säätölaitetta. He is under the control; hän on valvonnan tai tarkkailun alaisena. Passport Control; passin tarkastus, Directional Control; suunnan hallinta jne.

Press on painaa, pusertaa, silittää, prässätä. Se on sanomalehti, lehdistö ja painokone. Pressure tarkoittaa painetta eli voiman yksikköä pinta-alayksikköä kohti; newtoneita neliömetriä kohti eli pascalleita. Newton neliömillimetriä kohti on käytännön hyd-rauliikassa parempi. Se on sama kuin me-gapascal MPa. Yksi megapascal on kymmenen baarin tai kymmenen ilmakehän suuruinen paine.

## 4. Graphical Symbols Of Hydraulic Hydrauliikan Graafisia Piirrosmerkkejä

Kappaleen piirrokset esittävät yleisimpiä kansainvälisiä hydrauliikan standardisoituja piirrosmerkkejä. Kaikki eivät ole täysin yhtäpitäviä suomalaisten kanssa, mutta suuria eroja niillä ei ole. Sanaston ja perusperiaatteiden oppimista ne tokko edes hidastavat. Perussymboleista voidaan muodostaa mitä moninaisimpia yhdistelmiä. Piirrokset eivät pyri esittämään alkuunkaan kaikkia yhdistelmämahdollisuuksia.

### Piirrosmerkkien Selityksiä

**Line working;** hydrauliikan työlinja, putket, letkut ja laitteiden sisäiset kanavat esimerkiksi venttiilien sisällä, piirretään jatkuvalla ohuella viivalla

**Line pilot;** ohjauslinja, esiohjauspaineen putki, letku tai kanava. Käytetään mm. esiohjattujen suuntaventtiileiden ja paineenrajoitusventtiilien esiohjauskanavan piirrosmerkkinä, piirretään katkoviivalla

**Drain;** vuotolinja, kuvataan lyhyemmällä katkoviivalla kuin ohjauspaineen linja. Pumpuista, venttiileistä, moottoreista jne. on vuotoöljy johdettava takaisin säiliöön tai imupuolelle vuotolinjaa pitkin. Se on joko paineeton tai pienipaineinen linja. Drain-sana kuvaa myös tyhjennystulppaa, tyhjennystä tai "pohjapoppua".

**Flexible;** taipuisa, notkea, joustava, kuvaa havainnollisesti hydrauliikan taipuisaa kumiletkua.

**Line passing;** linjojen, putkien, kanavien ym. risteäminen niin, etteivät virtaustiet ole yhteydessä toisiinsa, linjojen ohitus. Suo-

malaisissa ja useissa muissa eurooppalaisissa merkinnöissä ei risteäviin linjoihin ohitusten kohdalla piirretä ohitusta kuvaavaa mutkaa. Niissä linjat risteävät suorilla linjaviivoilla. Kun linjat ovat yhteydessä toisiinsa, merkitään tämä mustalla pisteellä erotuksena toisensa ohittaville linjoille. Kytchentäpiste on connector.

**Displacement;** pumpun tai moottorin kierroslavuus, tuotto, syrjäymä hydrauliikassa. Se merkitsee myös paikaltaan muuttamista tai esim. laivan uppoamaa. Displace merkitsee siirtämistä, paikan ottamista, syrjäyttämistä jne.

**Rotary or oscillating motors;** jatkuvasti tai rajoitetusti pyörivä hydraulinen moottori. Kuormaajan kääntö on yleensä aina rajoitetusti pyörivä moottori ja kourankääntäjä joskus.

**Cushion;** tyyny, pielus, pehmike, vaimennus. Hydraulisynterinin päätyvaimennus, jolla estetään männän iskeytyminen liikkeen lopussa sylinterin päätyyn, kun liikkeen loppuvaiheessa kuristetaan paluuöljyn virtausta.

**Pump, fixed or variable displacement;** pumppu kiinteällä tai säädettävällä kierroslavuudella. Vain nuoli kuvaa säädettävyyttä, ilman nuolta pumppu fixed, kiinteäkierroslavuudeltaan.


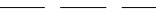
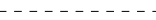







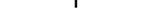







**Cylinder single or double acting;** sylinteri yksi tai kaksitoiminen.

**Direction of rotation, arrow in front of shaft;** symboli esittää pyörivän käyttöakselin pyörimissuunnan, nuoli on kuviteltava akselin etupuolelle.

**Component enclosure;** pistekatkoviivalla aidattuun kehykseen piirretyt komponentit ovat käytännössä yhtenä kokonaisuutena, itse koneessa yhtenä osana. Ks. esim Counter Balance Valve, jossa suorakaiteen sisällä on vasta- ja tasapainoventtiilit.

# HYDRAULIC SYMBOLS

## Lines And Line Functions

Line working	
Pilot line	
Drain line	
Connector	
Line, joining	
Line, passing	
Line to reservoir	
Above fluid level	
Below fluid level	
Direction of flow	
pneumatic	
hydraulic	
Flexible line	
Fixed restriction	
Variable restriction	
Line to vented	
Manifold	
Plug or plugged connection	

## Pumps

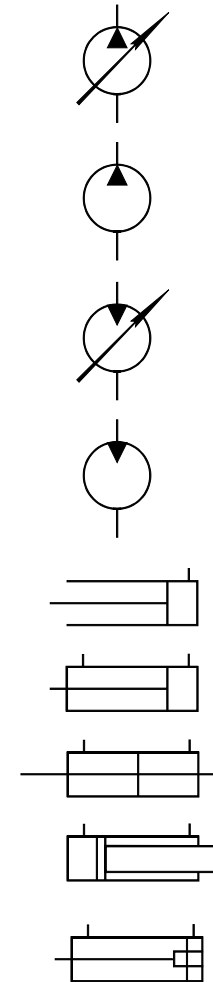
- Single pump
- Variable displacement
- Single pump
- Fixed displacement

### Motors

- Rotary motor
- Variable displacement
- Rotary motor
- Fixed displacement

### Cylinders

- Single acting cylinder
- Double acting cylinder
- Cylinder, double end rod
- Cylinder, differential rod
- Cylinder, cushions Both ends

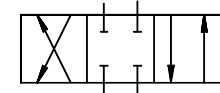


**Miscellaneous Units**

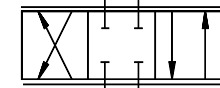
Direction of rotation, arrow in front of shaft	
Component enclosure	
Reservoir vented	
Reservoir pressurized	
Pressure gauge	
Temperature gauge	
Accumulator, gas charged	
Accumulator, spring loaded	
Cooler	
Temperature controller	
Heater	
Filter or strainer	
Intensifier	
Pressure switch	

**Directional Valves**

Three position four connection



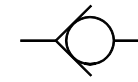
Valve, infinite positioning, indicated by horizontal bars



**Basic Valve Symbols**

Check

valve



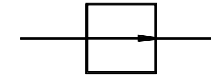
Manual shut off



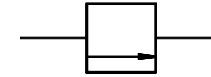
Basic valve envelope



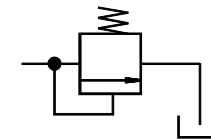
Valve, single flow path, normally open



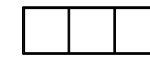
Valve, single flow Path, normally closed



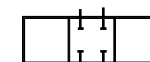
Valve, max. pressure (relief)



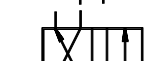
Basic valve symbol



Flow path blocked



In center position



Multiple flow paths



## Valve Examples

Unloading valve, internal drain

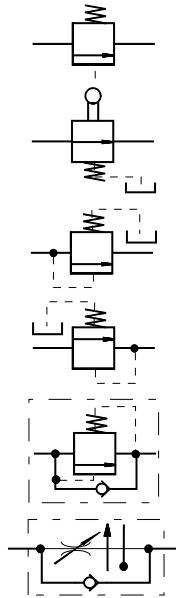
Deceleration valve

Sequence valve, directly operated

Pressure reducing valve

Counter balance valve

Temperature and pressure compensated flow control



**Reservoir vented, Reservoir pressurized;** hydraulijärjestelmän paineen noustessa tyypikaasulataus akussa puristuu kokoon ja varastoi paine-energiaa. Säiliö on huohottimen kautta yhteydessä ulkoilmaan "vented" - tuuletus. Säiliön paineistus edesauttaa öljyn virtausta pumpun imupuolelle ja vähentää näin kavitaatiovaaraa.

Pressure and temperature gauges; paine- ja lämpömittarit.

**Accumulator, Spring loaded;** paineakku, jousikuormitteinen. Paineen noustessa kuormitusjousi puristuu kokoon. Jännittynyt jousi varastoi hydraulikan paine-energiaa.

**Accumulator Gas Charged;** kaasuladattu paineakku. Hydraulijärjestelmän paineen noustessa tyypikaasulataus akussa puristuu kokoon ja varastoi paine-energiaa.

**Filter or strainer;** suodatin tai siivilä. Filter on nimitys hienomista, kuten dieselpolttoaine- ja öljyn suodattamista. Straineriä käytetään karkeammista suotimista kuten imusiivilät ja verkkosuotimet.

**Heater;** lämmitin, hydraulijärjestelmän lämmittämistä varten voidaan käyttää ulkopuolista kaasu-, sähkö- tai muuta lämmitintä ennen koneen käynnistämistä kylmissä oloissa. Nuolet piirrosmerkin sisällä osoittavat lämmön virtaussuunnan.

**Cooler;** jäähdytin, hydraulijärjestelmän tehon häviöt muuttuvat lämpöenergiaksi ja kuumentavat öljyä. Tämä hukkalämpö siirretään jäähdyttimen välityksellä yleensä ulkoilmaan.

**Temperature Controller;** lämpötilan säädin, tarpeen mukaan joko lämmitin tai jäähdytin. Piirrosmerkissä lämmön kulkusuuntaa osoittavat nuolet molempiin suuntiin.

**Intensifier;** paineen vahvistin. Se muodostuu kahdesta eri kokoisesta sylinteristä. Suurempaan sylinteriin johdettu pieni paine saa aikaan suuren voiman männälle. Voima kohdistuu yhtä suurena myös pienemmälle männälle. Paine on voima jaettuna pinta-alalla. Sama voima jaettuna pienemmällä pinta-alalla antaa näin suuremman tuloksen paineeksi pienemmän männän puolelle.

Hydrauliikan teho on paineen ja tilavuusvirran tulo. Paineen vahvistimessa hydraulinen teho on molemmilla männillä yhtäsuuri. Suuremman männän puolella on suuri tilavuusvirta ja pieni paine ja pienen männän puolella suuri paine ja pieni tilavuusvirta.

## Basic Valve Symbols Perusventtiilien symboleja

Hydraulijärjestelmän toiminnan ohjaukseen tarvitaan joukko erilaisia venttiilejä. Niitä tarvitaan paineen, virtauksen ja suunnan ohjaukseen ja vastaavat venttiilit ovat paineen rajoitus-, virtaus-, suunta- ja servoventtiilit.

**Check Valve;** vastaventtiili, sallii nesteen virtauksen vain yhteen suuntaan, piirroksen mukaan vain oikealle. Jos virtausta yritetään ohjata vasemmalle, symbolin kuula sulkee virtaustien ja virtaus tähän suuntaan katkeaa.

**Manual Shut Off Valve;** käsikäyttöinen sulkuventtiili. Manual viittaa käsikäyttöisyyteen.

**Basic Valve Envelope;** venttiilin perusneliö. Perusneliön sisään piirretyt kanavat ja nuolet kuvaavat virtauksen suuntaa ja ko. venttiilin toimintaa havainnollisesti, mikä näkyy seuraavissa piirrosmerkeissä.

**Valve Single Flow Path, Normally Closed;** venttiili, yksi virtaustie, normaalisti suljettu. Neliön sisään piirretyt nuolen suunta osoittaa virtauksen suunnan ja nuolen sijoitus tilan, missä venttiili on normaalioloissa. Normally open - venttiilin nuolen asento osoittaa, että venttiili on normaalioloissa auki, nuoli on ulostulo- ja sisäänmenoliittimien kohdalla.

**Valve Maximum Pressure (Relief);** maksimipaineen rajoitusventtiili. Ohjauspainelinja katkoviivalla painelinjalta venttiilin nuolen alapuolelle nostaa nuolen putkien linjaan ja avaa tien järjestelmästä säiliöön, kun paine nousee säädettyyn arvoon.

**Basic Valve Symbol, Multiple Flow Path;** monitieventtiilin perusneliöt, venttiilillä kolme asentoa.

**Flow Path Blocked in Center Position;** monitieventtiili, virtaustiet sulettu keskiasennossa.

**Multiple Flow Path (arrows show the flow directions);** kaksiasentoinen monitieventtiili, Nuolet osoittavat virtausten suunnat.

## Valve examples Venttiiliesimerkkejä

**Unloading Valve, Internal Drain Remotely Operated;** kuorman vapautusventtiili, sisäpuolinen vuoto, etäisohjattu.

**Deceleration Valve, Normally Open;** hidastusventtiili, normaalisti avoin. Kun mekaaninen liike kohtaa hidastusventtiilin karan, kuristaa venttiili virtausta ja näin hidastaa liikettä. Työstökoneissa voidaan hidastusventtiilillä hoitaa esim. paluuliike nopeamaksi ja varsinainen työliike nopeammaksi.

**Pressure Reducing Valve;** paineen alennusventtiili.

Temperature and Pressure Compensated Flow Control Valves with Integral Check; Lämpötila- ja painekompensoitu virransäätöventtiili.

**Directional Valve, two position three connection;** suunta-venttiili, kaksi asentoa kolme kytkentää.

**Directional Valve, three position, Four Connection;** suunta-venttiili, kolme asentoa, neljä kytkentää.

**Valve infinite positioning (Indicated by horizontal bars);** suunta-venttiili, ääretön määrä asentoja. Tarkoittaa portaatonta asennon säätöä, mm. proportionaali- ja servoventtiilit merkitään tällä symbolilla.

## SANASTOA

line, working työlinja, putki

line, pilot ohjauslinja

line, drain vuotolinja

connector liitin, liitos

line, flexible taipuisa letku

line, joining putkiliitos

line, passing linjojen ohitus

flow direction virtaussuunta

pneumatic paineilmatoiminen

line to reservoir linja säiliöön

above yläpuolella

fluid level pinnan taso

vented manifold huohotus, -tin

plugged tulpattu

restriction kuristus

variable vaihteleva

pump, single yksittäispumppu

fixed displacement kiinteä tuotto

variable displacement säätävä tuotto

motors/cylinders moottorit/sylinterit

rotary pyörivä

oscillating heilahteleva

single acting yksitoiminen

double acting kaksitoiminen

differential different/erotus-

double end rod 2-päinen sylinteri

cushion vaimennus

both ends molemmat päät

below alapuolella

plug tulppa

connection liitos, liitin

fixed kiinteä

miscellaneous sekalainen

direction suunta

arrow nuoli

enclosure aitaus

charge ladata

unit yksikkö

rotation pyöriminen

shaft akseli

vent ilmanvaihtoreikä

control säätää, hallita

### Sanastoharjoitus

Kirjoita englanninkielisille sanoille  
suomenkieliset vastineet.

above .....  
arrow .....  
below .....  
both ends .....  
charge .....  
connection .....  
connector .....  
control .....  
cushion .....  
differential .....  
direction of flow .....  
direction .....  
double acting .....  
double end rod .....  
enclosure .....  
fixed displacement .....  
fixed .....  
fluid level .....  
line to reservoir .....  
line, pilot .....

line, flexible .....  
line, working .....  
line, joining .....  
line, drain .....  
line, passing .....  
miscellaneous .....  
motors/cylinders .....  
oscillating .....  
plug .....  
plugged .....  
pneumatic .....  
pump, single .....  
restriction .....  
rotary .....  
rotation .....  
shaft .....  
single acting .....  
unit .....  
variable .....  
variable displacement .....  
vent .....  
vented manifold .....

## 5. Hydraulic Filters And Contamination

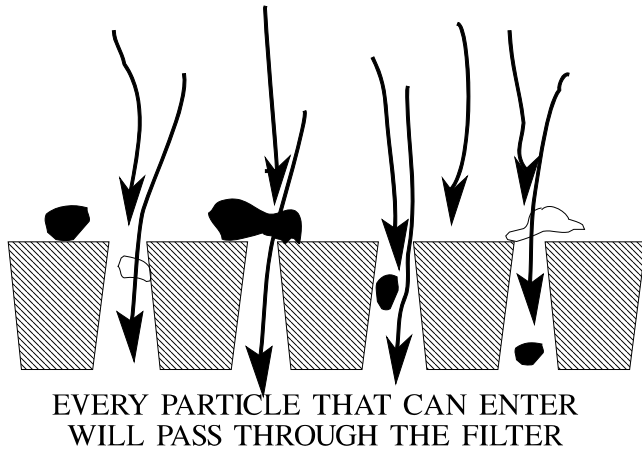


Fig. 1 - Tapered Flow Paths Helps Prevent Plugging

Contaminated oil can score or completely freeze a precisely fitted valve spool. Dirty oil can ruin the close tolerance of finely finished surfaces, and a grain of sand in a tiny control orifice can put a whole machine out of operation. It is not hard to see that you have to keep the oil clean if you want a hydraulic system to operate without trouble.

It is constant battle because dirt is everywhere. The major source of contamination is the air surrounding a machine. Another source of contaminants is the machine itself. As it works and wears normally, the machine generates dirt and chips of metal.

It is much cheaper to buy a good filter, to maintain it properly, and to keep your oil clean than it is to replace a pump or a valve that is worn out by contamination.

### Types Of Filters

Filters can be classified as either surface-type filters or depth-type filters depending on the way remove dirt from hydraulic oil.

**SURFACE FILTERS** have a single surface that catches and removes dirt particles larger than the holes in the filter. Dirt is strained or sheared from the oil and stopped outside the filter as oil passes through the holes in a straight path (Fig. 1). Many of the large particles will fall to the bottom of the reservoir or filter container, but eventually enough particles will wedge in the holes of the filter to prevent further filtration. Then the filter must be cleaned or replaced.

**DEPTH FILTERS**, in contrast to the surface type, use a large volume of filter material to make the oil move in many different directions before it finally gets into the hydraulic system.

Depth filters can be classified as either absorbent or adsorbent, depending on the way they remove dirt.

Absorbent filters operate mechanically like a sponge soaking up water. Oil passes through a large mass of porous material such as cotton waste, wood pulp, wool yarn, paper or quartz, leaving dirt trapped in the filter. This type of filter will remove particles suspended in the oil and some water and water soluble impurities.

Adsorbent filters operate the same way as absorbent filters but also are chemically treated to attract and remove contaminants. This filter may be made of charcoal, chemically treated paper or fuller's earth. It will remove contaminating particles, water solu-

ble impurities and, because of its chemical treatment, will also remove contamination caused by oil oxidation and deterioration. Adsorbent filters may also remove desirable additives from the oil and for this reason are not often used in hydraulic systems.

### Degrees Of Filtration

In addition to the type of filter, the degree of filtration is also important to a hydraulic system. It is the degree of filtration that tells just how small a particle the filter will remove. The most common measurement used to determine degree of filtration is a micron.

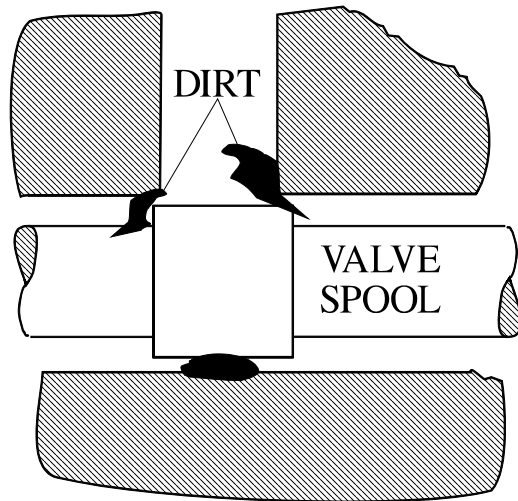


Fig. 2 - Dirt Will Wear Valve Spool

The smallest particle that can normally be seen with an unaided eye is about 40 microns, so much of the dirt that is filtered out of a hydraulic system are invisible. For example, many machines operating in the field today have filters that will remove particles as small as 10 microns in diameter.

A filter will pass small solids and stop larger ones but the actual amount of filtering done is difficult to determine. Because the material that is stopped by the filter is not taken away continuously, the size of the openings in the filter will usually decrease with use.

Two or more particles smaller than the holes in the filter may approach at the same time and become wedged on the hole. The result of that the hole will now remove dirt particles far smaller than it would when new. As more dirt wedges in the filter, the holes become smaller and eventually are plugged solid.

### Contamination

What is contamination and how does it get into a hydraulic system ?

Liquids, metallic particles, non metallic particles and fibres are all forms of material that can contaminate the oil. This material can come from both inside and outside the hydraulic system.

The air is a prime source of contamination. It may contain moisture and particles from the atmosphere, as well as road or field dust. These contaminants can enter through breathers and filler pipes, past seals and gaskets, or when the system is opened for repair or maintenance.

The hydraulic machine itself is a good source of contamination. During break-in, bits of metal and other abrasive particles will contaminate the oil. Later, during normal operation, the machine will generate its own contamination as fragment of paint, pieces of seals and gasket, and metallic particles caused by wear begin get into the oil.

Hydraulic oil can be contaminated during maintenance and service if unclean containers and funnels, dirty oil, or dirty wiping clothes are used-

The oil itself is another source of contamination. As oil works in a system, sludge and acids form because of a chemical reaction to water, air, heat, and pressure. Sludge itself is not normally abrasive but is a source of gummy substances that coat moving parts, clog small openings, and trap abrasive particles suspended in the oil.

Acids by pitting and corroding, cause roughness in moving parts which in turn causes wear and additional contamination in the oil.

### Effects Of Contamination

All of these contaminants can have a serious effect on the efficiency of a hydraulic system.

Water, even in small amounts, rusts polished metal surfaces and helps form sludge that coats moving parts and plugs filters. Plugged filters can cause increased circulation of dirty oil or may even starve the hydraulic components.

Acids that sometimes form with sludge can corrode parts like the wire mesh filter. This adds still more damaging particles to the oil.

Metallic and non metallic particles circulating in the oil cause damage that is usually quite apparent. Large particles get caught in the edges of moving parts increase the build-up of sludge or wear off sharp metering edges in valves (Fig. 2). Smaller particles become trapped between closely-fitted parts, causing them to stick or freeze completely. Other particles em-

bed themselves in softer metals to grind away moving parts and seals, causing internal leakage and loss of efficiency.

Tiny fibres or lint from wiping cloths or even from your clothes may mat together in tiny pores and orifices. Fibres themselves do little harm but the solid particles they trap can plug and wear hydraulic components.

The important thing to remember about contamination is that the damage it causes is not constant. Each dirt particle is an abrasive seed that produces more contamination which finally results in permanent damage to the machine.

sponge pesusieni, soaking imeä itseensä kastua läpimäräksi. porous huokoinen yarn lanka, pore huokonen, tiny pienenpieni, lint nöyhtä, nukka. mat takkuuntua, sotkeutua, tehdä takkuiseksi, vanua. takku, matto, kynnysmatto, liina, pikkuliina, tabletti, peittää tai suojata matoilla, valokuvauksessa himmeä pinta "matta". embed upottaa in jhk, contaminate saastuttaa, score uurtaa, shear leikata, kerä, hakata irti, niittää wedge kiila, kiilata kiinni wedge in ahtaa, pakata, tunkea, eventually lopulta, vihdoin, wire mesh rautalankaverkko, suspended suspensio, liete.

SLUDGE muta, lieju, liete, jätelieju, jätesakka, -terva, -jauho

### Suodatus

Saastunut öljy voi uurtaa tai täydellisesti jäykittää tarkkaan sovitetun venttiilikaran. Likainen öljy voi tuhota hienosti viimeistelyjen pintojen tarkat toleranssit, hiukan jyvä pienen pienessä säätöreiässä voi panna koko koneen epäkuntoon. Ei ole vaikeata nähdä, että öljy on pidettävä puhtaana, jos haluat hydraulijärjestelmän toimivan moitteettomasti - it is not hard to see that you have to keep the oil clean if you want a hydraulic system to operate without trouble.

Likaa vastaan on taisteltava jatkuvasti, koska sitä on kaikkialla. Suuri saasteen lähde on konetta ympäröivä ilma. Toinen lian pesä on itse kone. Kun kone kuluu normaalisti, se kehittää likaa ja metallihiukkasia -as the machine works and wears normally, it generates dirt and chips of metal.

Onkin huomattavasti edullisempaa hankkia kunnon suodatin, huoltaa se oikein ja pitää öljy puhtaana kuin uusia pumppu tai venttiili, joka on lian vuoksi kulunut loppuun ennen aikojaan.

### **Suodintyytit**

Suotimet voidaan luokitella pinta- ja syvyysuodattimiin riippuen menetelmästä miten ne poistavat likaa hydraulioöljystä.

PINTASUODATTIMET omaavat yksinkertaisen pinnan, joka pyydystää ja poistaa likahiukkaset, jotka ovat suurempia kuin suotimen reiät. Lika siivilöidään tai "keritään irti" öljystä ja pysäytetään suotimen ulkopuolelle, kun öljy kulkee suoraan läpi reikien (Kuva 1). Monet suuremmista hiukkasista putoavat suotimen säiliön pohjalle tai suodinkoteloon, mutta lopulta riittävä määrä hiukkasia kiilautuu ja tukkii suotimen reiät niin, ettei suodatusta enää tapahdu. Tällöin suodin täytyy vaihtaa.

SYVYYSSUOTIMET, toisin kuin pintasuotimet, käyttävät suuren määrän suodinmateriaalia siihen, että öljy kulkisi suotimen sisällä pitkän matkan moneen suuntaan ennen kuin se lopulta menee hydraulijärjestelmään.

Syvyysuotimet voidaan luokitella joko ABSORBOIVIIN tai ADSORBOIVIIN riippuen menetelmästä, millä ne poistavat likaa.

Absorboiva suodin toimii mekaanisesti niin kuin pesusieni imee vettä itseensä. Öljy kulkee läpi suuren määrän huokoista materiaalia kuten trasseli, selluloosa, villalanka, paperi tai kvartsi.

Tämän tyyppinen suodin poistaa öljyssä liettyneet hiukkaset ja myös jossain määrin vettä ja vesiliukoisia epäpuhtauksia - this type of filter remove particles suspended in the oil and some water and water soluble impurities.

Adsorboiva suodin toimii kuten absorboivakin mutta hoitaa suodatusta myös kemiallisesti vetäen puoleensa ja poistaen saasteita. Nämä suotimet voidaan valmistaa hiilestä, kemiallisesti käsitellystä paperista tai kuohusavesta - fuller's earth. Se voi poistaa saastuttavia hiukkasia, vesiliukoisia epäpuhtauksia ja kemiallisella vaikutuksellaan epäpuhtauksia, jotka aiheutuvat hapettumisesta ja muusta öljyn pilaantumisesta. Adsorboiva suodin voi myös poistaa haluttuja lisäaineita. Tästä syystä niitä käytetään harvoin hydrauliiikan suodattimina.

### **Suodatusaste**

Suodattimen tyyppin lisäksi suodattimen suodatusaste on tärkeää hydraulijärjestelmälle. Suodatusaste on tekijä, joka kertoo kuinka pienet hiukkaset suodatin poistaa. Yleisin mittayksikkö suodatusasteelle on mikro (metrin miljoonasosa, millimetrin tuhanesosa).

Pienin hiukkanen, jonka paljaalla silmällä kykenee näkemään on noin 40 mikrometriä, tässä mikroa. Niinpä suuri osa suodatettavista epäpuhtaushiukkasista ovat silmälle näkymättömiä. Esimerkiksi monet kentällä työskentelevät koneet käyttävät suodattimia, jotka poistavat halkaisijaltaan 10 mikron hiukkaset.

Suodatin päästää pienemmät hiukkaset läpi mutta pidättää suuremmat, joten todellista suodatusta on vaikea määrittellä. Koska epäpuhtauksia, jotka pysähtyvät suodattavaan aineeseen, ei poisteta jatkuvasti, suodattimen ainetta läpipäästävät reiät pienyvät käytössä.

Kaksi tai useampia suodinreikää pienempiä hiukkasia voi kiilautua reikään samanaikaisesti. Tämän jälkeen reikä suodattaa paljon pienemmät hiukkaset kuin se suodatti uutena. Kun lisää likaa kiilautuu reikään, reikä aina vain pienenee ja lopulta tukkeutuu kokonaan.

### Saaste Contamination

Mitä on saaste ja kuinka se pääsee hydraulijärjestelmään ?

Nesteet, metallihiukkaset, ei metalliset hiukkaset ja kuidut ovat materiaalimuotoja, jotka saastuttavat öljyn. Nämä aineet voivat tulla hydraulijärjestelmään joko järjestelmän sisältä tai ulkopuolelta.

Ilma on ensisijainen saasteen lähde. Se voi sisältää kosteutta ja hiukkasia ilmakehästä sekä lisäksi maantie- ja maastopölyä. Nämä epäpuhtaudet voivat päästä läpi huohottimen tai täyttäputkien kautta, kulkea läpi tiivisteiden tai kun järjestelmä on avattu huoltoa tai korjausta varten.

Hydraulinen kone itse merkittävä epäpuhtauksien lähde. Koneikon aikana metallin palasia tai muita hiovia hiukkasia pääsee öljyyn ja saastuttaa sen. Myöhemmin normaalitoiminnan aikana kone kehittää itse omaa likaansa kuten maalin palasia, tiivisteiden kappaleita ja kulumisen öljyyn tuomia metallihiukkasia.

Öljy itse on toinen saasteiden lähde. Kemiallisissa reaktioissa ilman, veden, kuumuuden ja paineen kesken muodostuu mutaa ja happoja. Mutaliete sinänsä - sludge itself - ei ole tavallisesta hiovaa, mutta se on kumimainen aine, joka muodostaa lakkakerrostumia liikkuvien osien pintoihin, tukkii pienet reiät ja kerää itseensä öljyyn liettyneitä hiovia hiukkasia - is not normally abrasive but is a source of gummy substances that coat moving

parts, clog small openings, and trap abrasive particles suspended in the oil.

corrode syövyttää, corrosion syöpyminen. pitting kolosyöpyminen.

### Lian Vaikutukset

Kaikki nämä epäpuhtaudet voivat aiheuttaa vakavia vaikutuksia hydraulijärjestelmän tehokkuudelle.

Vesi, jopa pieninäkin määrinä, ruostuttaa kiillotetut metallipinnat ja edesauttaa lietteen muodostumista, joka sitten tarttuu liikkuville pinnoille ja tukkii suotimet. Tukkeutuneet suotimet voivat aiheuttaa lisääntyvän likaisen öljyn kierron tai jopa kokonaan öljyn puutteen hydraulisille komponenteille.

Hapot, joita joskus muodostuu lietteen kanssa, voivat ruostuttaa osat kuten metalliset suodinverkot. Tämä vielä lisää vaurioittavia hiukkasia öljyyn.

On varsin selvää, että metalliset ja ei metalliset hiukkaset kiertäessään öljyssä aiheuttavat vaurioita. Suuremmat hiukkaset juuttuessaan liikkuvien osien teräviin reunoihin kasvattavat sakan muodostumista ja kuluttavat venttiileiden tarkkoja mittareunoja (Kuva 2). Pienemmät hiukkaset jäävät tarkkaan sovitettujen liikkuvien osien väleihin ja aiheuttavat takertumisia tai kokonaan kiinni juuttumisia. Muut hiukkaset upottavat itsensä pehmeämpiin metalleihin ja jäävät kuluttamaan liikkuvia osia ja tiivisteitä. Siitä aiheutuu lisääntyviä vuotoja ja tehohäviöitä - other particles embed themselves in softer metals to grind away moving parts and seals, causing internal leakage and loss of efficiency.

Ohuet pienenpienet kuidut tai langat pyyhekankaista tai vaateista voivat takkuuntua yhdessä pienissä huokosissa ja mittaaukoissa. Kuidut ise ovat vähemmän harmillisia, mutta kiinteät

hiukkaset, joita kuidut sitovat itseensä, tukkivat ja kuluttavat hydrauliliikan komponentteja.

Tärkeä seikka muistaa liasta on, että vaurio, jonka se kerran aiheuttaa, ei jää ainutkertaiseksi. Jokainen likahiukkanen on hiova siemen, joka tuottaa lisää epäpuhtauksia, jotka lopulta johtavat pysyvään konevaurioon - The important thing to remember about contamination is that the damage it causes is not constant. Each particle is an abrasive seed that produces more contamination which finally results in permanent damage to the machine.

### Sanastoa

contaminated likainen, saastunut

score uurtaa

completely täydellisesti

freeze jäädyttää

precisely täsmällisesti

valve spool venttiilikara

dirty likainen

ruin tuhota

close tarkka

tolerance toleranssi, sietokyky

finely hienosti

finished viimeistelty

surfase pinta

grain jyvä

sand hiekka

tiny hienon hieno

control säätö, hallinta

whole koko, kokonainen

out of operation pois toiminnasta

trouble harmi

without ilman

constant alinomainen

battle taistelu

dirt lika

everywhere kaikkialla

major pää-

source lähde

contamination saaste, lika

surrounding ympäröivä

wear kulua

chip lastu, pala, siru

cheaper edullisempi

maintain ylläpitää, huoltaa

properly oikein

replace uusia, vaihtaa

worn out loppuun kulunut

classify luokitella

surface pinta	cotton waste trasseli
depth syvyys	wood pulp puumassa
depending on riippua jstk.	pulp massa, selluloosa
remove poistaa	wool yarn villalanka
catch pyydystää, siepata	quartz kvartsi
particle hiukkanen	trap ansa, pyydystää
hole reikä	suspended liete, liettynyt
strain siivilöidä	sludge muta, lieju, liete
shear keritä, leikata	sludge jätesakka, -terva
straight path suora kulkutie	wire mesh rautalankaverkko
pass through kulkea läpi	water soluble vesiliukoinen
fall pudota	impurity epäpuhtaus
bottom pohja	chemically kemiallisesti
reservoir säiliö	treated hoidettu, käsitelty
container astia, säiliö	attract vetää puoleensa
prevent estää, ehkäistä	contaminant epäpuhtaus, lika
further lisää-, enemmän	contaminant saaste
contrast vastakohta, ero	charcoal puuhiili
absorbent absorboiva	fuller's earth kuohusavi
adsorbent adsorboiva aine	oxidation hapettuminen
sponge sieni, sienimäinen	deterioration pilaantuminen
soak liottaa, imeytyä	desirable haluttu, toivottava
porous huokoinen	degree aste, suhde, taso

determine määritellä	seal tiivistää, tiiviste
micron mikro, miljoonasosa	gasket tiiviste
can be seen voidaan nähdä	repair korjata
with unaided eye paljaalla silmällä	breaking särkyminen
invisible näkymätön	fragment palanen
diameter halkaisija, läpimitta	paint maali
approach lähestyä, saavuttaa	unclean epäpuhdas
wedge kiillautua	abrasive hiova
eventually lopulta, vihdoin	corrode syövyttää
plug tukkeutua	pitting kolosyöpyminen
solid kiinteä	roughness karkeus
liquid neste	acid happo
fibre kuitu, säie, syy	in turn vuorostaan
prime ensisijainen	serious vakava
contain sisältää	effect vaikutus
moisture kosteus	efficiency tehokkuus
atmosphere ilmakehä	rust ruostuttaa
dust pöly	polished kiillotettu
breather huohotin	coat peittää
filler pipe täyttöaukko, -putki	circulation kiertäminen
breaking särkyminen	increased lisääntynyt
bit palanen, hitunen	starve menehtyä
past kulkua ohi	damage vaurio

quite varsin  
apparent näkyvä, ilmeinen  
caught juuttua  
edge terävä särmä  
stick takertua, juuttua  
completely kokonaan  
embed in upottaa jhk  
leakage vuoto  
internal sisäinen  
tiny pienen pieni  
lint nöyhtä, nukka  
mat takkuuntua, vanua  
pore huokonen  
orifice suutin, mitta-aukko  
orifice aukko, reiän suu

### Harjoitus

Kirjoita vastaavat suomeksi  
abrasive .....  
absorbent .....  
acid .....  
adsorbent .....  
apparent .....

approach .....  
atmosphere .....  
attract .....  
battle .....  
bit .....  
bottom .....  
breaking .....  
breaking .....  
breather .....  
can be seen .....  
catch .....  
caught .....  
charcoal .....  
cheaper .....  
chemically .....  
chip .....  
circulation .....  
classify .....  
close .....  
coat .....  
completely .....  
completely .....  
constant .....

contain .....  
container .....  
contaminant .....  
contaminant .....  
contaminated .....  
contamination .....  
contrast .....  
control .....  
corrode .....  
cotton waste .....  
damage .....  
degree .....  
depending on .....  
depth .....  
desirable .....  
deterioration .....  
determine .....  
diameter .....  
dirt .....  
dirty .....  
dust .....  
edge .....  
effect .....

efficiency .....  
embed in .....  
eventually .....  
everywhere .....  
fall .....  
fibre .....  
filler pipe .....  
finely .....  
finished .....  
fragment .....  
freeze .....  
fuller's earth .....  
further .....  
gasket .....  
grain .....  
hole .....  
impurity .....  
in turn .....  
increased .....  
internal .....  
invisible .....  
leakage .....  
lint .....

liquid .....  
maintain .....  
major .....  
mat .....  
micron .....  
moisture .....  
orifice .....  
orifice .....  
out of operation .....  
oxidation .....  
paint .....  
particle .....  
pass through .....  
past .....  
pitting .....  
plug .....  
polished .....  
pore .....  
porous .....  
precisely .....  
prevent .....  
prime .....  
properly .....

pulp .....  
quartz .....  
quite .....  
remove .....  
repair .....  
replace .....  
reservoir .....  
roughness .....  
ruin .....  
rust .....  
sand .....  
score .....  
seal .....  
serious .....  
shear .....  
sludge .....  
sludge .....  
soak .....  
solid .....  
source .....  
sponge .....  
starve .....  
stick .....

straight path .....  
 strain .....  
 surface .....  
 surrounding .....  
 suspended .....  
 surface .....  
 tiny .....  
 tiny .....  
 tolerance .....  
 trap .....  
 treated .....  
 trouble .....  
 unclean .....  
 valve spool .....  
 water soluble .....  
 wear .....  
 wedge .....  
 whole .....  
 wire mesh .....  
 with unaided eye .....  
 without .....  
 wood pulp .....  
 wool yarn .....

worn out .....

## 6. Hydraulic Motor Application and Efficiency

Some chapters before have described the physical construction and operation of the basic types of hydraulic motors as used on modern forest, industrial and farm equipment. Now it is time to tell how the hydraulic motor is used, why it is used, and how the motors are rated in regard to power output, efficiency, size, cost, etc.

Because of the wide variety of motors and hydraulic systems, we will not attempt to prescribe a particular motor to particular application. We can only describe in a general way the good and bad points of each type, then let you judge why a particular type of motor is selected for a certain application.

### Motor Selection

To select a hydraulic motor, we must first find out what we expect to achieve by using the motor. This, of course, means analyzing the system's requirements, then selecting a motor that best meets these needs. This not mean that a highly rated motor in terms of power, displacement, efficiency, etc. is best for every application, nor it means that using a motor that barely meets the system requirement is good practice, either. It does mean that each application dictates the type of motor to be used, regardless of how it is rated or compared with the other types.

### Motor Torque

The first consideration is to have a motor which will turn the load. Torque is directly related to the input oil pressure. For this reason, most motor torque ratings are given as torque per 100 psi input. (newtonmeters per megapascal).

Torque should always be calculated at maximum loads. The torque needed to start a load is always greater than the torque needed to maintain rotation. So the starting torque should be used in selecting a motor.

It is important to note that torque is affected by oil pressure only. Volume of oil does not change torque.

### Speed

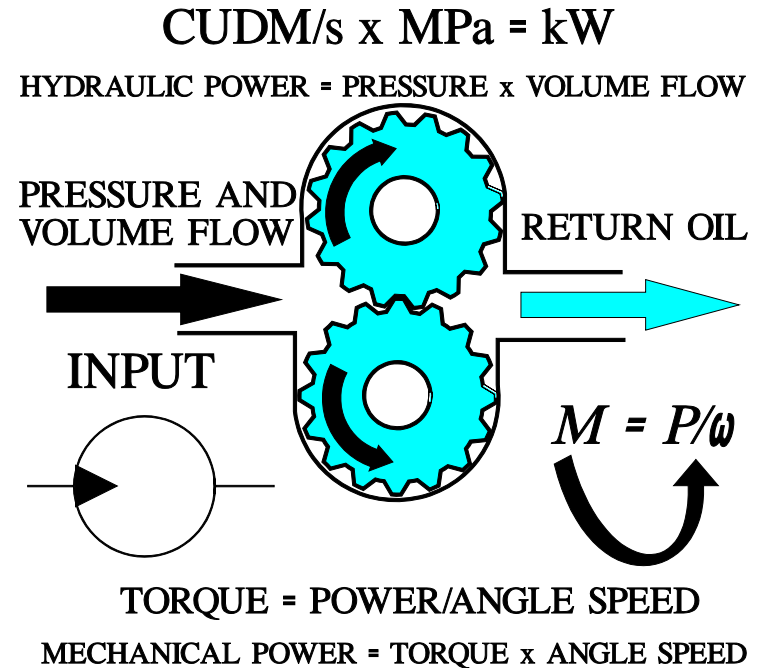
Having determined the torque requirements of the motor, you must then supply enough oil to achieve the proper speed. Only the volume of oil affects speed, not the pressure.

### Power

Kilowatt is the measuring unit of power. Power is the combination of force times speed. In a hydraulic motors the force is coming from oil pressure and the speed from oil volume flow. So, one kilowatt is equal with one megapascal times one cubic decimetre per second. (Oil volume flow of 60 litres per minute with oil pressure of 10 bars is the power of one kilowatt).

$$1 \text{ MPa} \times 1 \text{ cudm/s} = 1 \text{ kW}$$

Mechanical output power of a motor is coming from the angle speed and torque; newtonmeters per second.



### Motor Size

One of these practical factors is the physical size of the hydraulic motor. As you well know, space for hydraulic components is limited on most mobile equipment. Fortunately, the three basic types of motors - gear, vane and piston - used on mobile equipment come in a wide range of sizes.

### Motor Pressure Range

Aside from the fact that pressure affects torque and power, you should know the pressure limits when selecting a motor. Never

install a motor that cannot accept the full pressure range of the system; this would require extra valving to control pressure or could damage the motor. By the same token, a motor with a greater pressure range than the system would be a waste of money.

### **Motor Speed Range**

Speed is another important factor. To require a motor to operate at speeds lower than recommended is wasteful because of increased slippage and leakage losses. Speed also affects power output so care must be taken to insure that motor speed is capable of producing the necessary power, speed and torque.

Kuva 1 - Hydraulinen teho on paine kerrottuna tilavuusvirralla, megapascalit kerrottuna kuutiodesimetreillä sekunnissa antaa tulokseksi kilowatteja. Mekaanista tehoa pyörivällä akselilla edustaa vääntömomentti kerrottuna kulmanopeudella, newtonmetrit sekunnissa ovat watteja. Vääntömomentti saadaan, kun teho - vaikkapa hydraulinen - jaetaan kulmanopeudella.

### **Hydraulimoottorisovellukset**

Muutamit aikaisemmat kappaleet ovat kuvailleet metsä-, teollisuus- ja maatalouskoneissa käytettävien hydraulimoottoreiden perustyyppien rakennetta ja toimintaa. Nyt onkin sitten sopiva aika kertoa muutamista perusasioista kuinka hydraulimoottoreita käytetään, miksi niitä käytetään ja kuinka moottoreita luokitellaan koskien tehoa, hyötysuhdetta, kokoa, hintaa, jne.

Koska hydraulimoottoreita ja hydraulijärjestelmiä löytyy laaja valikoima, ei tässä ole tarkoitus paneutua yksityiskohtiin. Kuvailimme vain yleisiä hyviä ja huonoja puolia eri tyypeistä ja jätämme vapauden valita kuhunkin tarkoitukseen kulloinkin parhaiten sopiva moottorityyppi.

### **Moottorin Valinta**

Moottorin valinnassa on ensin kartoitettava, mitä oletamme säävuttavamme hydraulimoottorin avulla. Tämä tietysti tarkoittaa analyysiä järjestelmän vaatimuksista ja sitten tarkastelua, mikä moottori parhaiten täyttää vaatimukset. Se ei merkitse, että teholtaan, tuoltaan, hyötysuhteeltaan jne. korkealuokkainen moottori olisi paras joka paikkaan. This not mean that a highly rated motor in terms of power, displacement, efficiency, etc. is best for every application, nor does it mean that using a motor that barely meets the system requirement is good practice, either. Tämä ei myöskään tarkoita, että valitaan moottori, joka tuskin tai juuri ja juuri täyttää järjestelmän vaatimukset, olisi hyvä käytäntö. Moottorityypin järkevä valinta tarkoittaa, että jokainen sovellus määrää käytettävän pumpputyypin riippumatta miten se on verrattavissa muihin tyyppeihin.

### **Moottorin Vääntömomentti**

Ensimmäinen huomioonotettava tärkeä seikka on valita moottori, joka kykenee vääntämään kuormaa - The first consideration is to have a motor which will turn the load. Torque is directly related to the input oil pressure. Vääntömomentti on suoraan verrannollinen sisääntulopaineeseen. Tästä syystä useimpien moottoreiden vääntömomentti annetaan 100 PSI:n painetta kohti amerikkalaisittain ja muun maailman tavalla newtonmetreinä megapascalalleja kohti.

(Nyrkkisääntönä voidaan sanoa, että 100 naulaa neliötuumaa kohti, pounds per square inch PSI on 7 baaria tai 0,7 megapascalialia. Naula on noin 4,5 newtonia ja pascalin paine on newtonia neliometriä kohti. Kun megapascal on miljoona pascalialia ja neliometrissä on miljoona neliömillimetriä, on megapascal newtonia neliömillimetriä kohti. Jalkanaula on amerikkalaisten vään-

tömomentin yksikkö. Kun jalka on 12 tuumaa, on yksi jalkanaula meidän yksiköillä  $4,5 \text{ N} \times 12 \times 0,0254 \text{ m} = 1,3716 \text{ newtonmetriä}$ .  
 $1 \text{ fp} = 1,37 \text{ Nm}$ )

Vääntömomentti tulee aina määrittää maksimikuormalla. Käyntiinlätövääntömomentti on aina suurempi kuin käynnin ylläpitämiseen tarvittava vääntömomentti. Niinpä käyntiinlätömomenttia käytetään moottorin valintaan. The torque needed to start a load is always greater than the torque needed to maintain rotation. So the starting torque should be used in selecting a motor.

Tärkeää on myös panna merkille, että vääntömomenttiin vaikuttaa vain öljyn paine. Öljyn virtaus ei muuta vääntömomenttia. It is important to note that torque is affected by oil pressure only. Volume of oil does not change torque.

### Nopeus

Kun moottorin vääntömomenttivaatimukset on määritelty, täytyy varmistaa, että öljyä riittää syötettäväksi oikean nopeuden saavuttamiseksi. Nopeus on riippuvainen ainoastaan tilavuusvirrasta, ei paineesta.

### Teho

Tehon mittayksikkö on kilowatti kW. Teho muodostuu voimasta ja nopeudesta. (Pyörivillä akseleilla voimaa edustaa vääntömomentti ja nopeutta pyörimis- tai kulmanopeus). Hydraulikassa voima tulee öljyn paineesta ja nopeus öljyn virtauksesta - tilavuusvirrasta. Yksi kilowatti on yhtäsuuri kui yksi megapascal kerrottuna kuutiodesimetrillä sekunnissa a. Öljyn virtaus 60 litraa minuutissa 10 baarin paineella edustaa yhden kilowatin tehoa.

$$1 \text{ MPa} \times 1 \text{ dm}^3/\text{s} = 1 \text{ kW}$$

Moottorin mekaaninen teho akselilla tulee kulmanopeudesta ja vääntömomentista; newtonmetrejä sekunnissa.

### Moottorin Koko

Yksi näistä käytännön tekijöistä on moottorin fyysinen koko. Kuten hyvin tiedetään, tila hydraulikan komponenteille on useimmissa laitteissa rajoitettu. Onneksi kolmea moottoreiden perustyyppiä - hammaspyörä, siipi- ja mäntämoottoreita on saatavilla laaja valikoima eri kokoja.

### Painealue

Lukuunottamatta tosiasiaa, että paine vaikuttaa suoraan vääntömomenttiin ja tehoon, on lisäksi otettava huomioon muut paineen suhteen rajoittavat tekijät, kun valitaan moottoria. Älä koskaan asenna moottoria, joka ei kestä järjestelmän täyttä painetta. Tämä edellyttäisi erikoisventtiilejä lisättäväksi paineen hallintaan tai rikkoisi moottorin. Ei ole myöskään viisasta asentaa moottoria, joka on tehty järjestelmää suuremmalle paineelle. Se olisi vain rahan tuhlausta.

### Nopeusalue

Nopeus on myös tärkeä tekijä moottorin valinnassa. Käytettäessä moottoria pienemmällä nopeudella, mille se on suunniteltu, on myös tuhlausta lisääntyneiden luisu- ja vuotohäviöiden vuoksi. Nopeus vaikuttaa myös ulostulotehoon, joten on huolehdittava, että moottorin nopeus on sopiva tuottamaan välttämättömän tehon, vääntömomentin ja nopeuden.

### Sanastoa

regard tarkastella

in regard to koskien jtk; mitä tulee jhk.  
construction rakenne  
you should know sinun tulisi tietää  
limit raja  
operation toiminta  
equipment varusteet, laitteet  
is used käytetään  
rate arvioida, arvostella, luokitella  
describe kuvailla  
prescribe määrätä  
particular yksityiskohtainen, tietty, määrätty  
general yleinen  
chapter kappale  
dictate määrätä, komentaa  
regardless huolimatta/välittämättä jstk  
consideration huomioonotettava (tärkeä) seikka  
aside from lukuunottamatta, paitsi  
aside sivuun, syrjään  
range ala, alue, piiri  
by the same token lisäksi, tästä johtuen  
wide laaja, valtava, suuri  
variety vaihtelevuus, muunnos, alalaji  
efficiency hyötysuhde, suorituskyky

size koko  
cost hinta  
etc = etcetera jne, ynnä muuta  
attempt yritys  
judge ratkaista, tuomita  
select valita  
certain tietty, määrätty  
application käyttö, sovellus  
expect olettaa  
achieve saavuttaa  
find out selvittää  
requirement vaatimus  
meet tyydyttää, täyttää  
mean tarkoittaa, merkitä  
displacement tuotto, kierrostilavuus  
practice käytäntö, harjoitus  
consideration harkinta, huomioon ottaminen  
turn vääntää, kääntää  
torque vääntömomentti  
directly suoraan  
related suhteutettu, liittyvä, kuuluva  
for this reason tästä syystä  
calculate laskea

maintain ylläpitää  
rotation pyöräminen  
note huomata  
affect vaikuttaa, liikuttaa  
change muuttaa, vaihtaa  
determine määrittää, määrätä  
requirement vaatimus  
supply syöttää  
achieve saavuttaa  
enough tarpeeksi  
measure mitta (yksikkö)  
measuring unit mittayksikkö  
unit yksikkö  
combination yhdistelmä  
times kertaa  
volume flow tilavuusvirta  
angle speed kulmanopeus  
factor tekijä  
mobile equipment liikkuva kalusto  
space tila  
vane motor siipimotori  
piston motor mäntämoottori  
gear motor hammaspyörämoottori

range alue  
install asentaa  
accept hyväksyä  
valving venttiilistö  
damage vaurioittaa  
waste tuhjata  
recommend suositella  
capable kykenevä  
necessary välttämätön

Rights to translate this materials courtesy of Deere & Co,  
Moline, IL, USA (EA)

## 7. Hydrostatic Drives Hydrostaattinen Voimansiirto

### Introduction

The hydrostatic drive is a fluid drive which uses fluid under pressure to transmit engine power to the drive wheels of the machine.

Mechanical power from the engine is converted to hydraulic power by a pump-motor team. This power is then converted back to mechanical power for the drive wheels.

The hydrostatic drive can function as both a clutch and transmission. The final gear train can then be simplified, with the hydrostatic unit supplying infinite speed and torque ranges as well as reverse speeds.

### How It Works

There are two types of hydraulic transmissions:

- Hydrodynamic
- Hydrostatic

#### HYDRODYNAMIC TRANSMISSIONS

use fluids at high speed but relatively low pressure. Basically, a hydraulic pump forces fluid against a turbine, rotating it. This type is used in torque converters

#### HYDROSTATIC TRANSMISSION

use fluids at high pressure but relatively low speeds. Basically, energy is transferred by the fluid itself in a closed circuit between the pump and motor. While the fluid does move through the lines, it is still considered as being rest or under static pres-

sure. The rise in pressure of the fluid - which will not compress - is what transfer energy. This type of transmission is used in the hydrostatic drives.

Hydrostaattinen voimansiirto valtaa markkinoita työkonetekniikoissa voimakkaasti. Sen kiistattomina etuina ovat portaaton nopeuden ja vääntömomentin säätö yhdellä vivulla. Pehmeä "vaihtaminen"/välityssuhteen muuttaminen tapahtuu vaudissa "shift on the go". Hydrostaattisella tehonvälityksellä saadaan suuri vääntömomentti ajoneuvolle juuri liikkeelle lähdeäessä, jolloin momenttia todella tarvitaan eniten.

Hydrostatiikka mahdollistaa komponenttien joustavan sijoittelun koneessa, kun teho siirretään putkia ja letkuja pitkin. Mekaaninen välitys pyörivillä akseleilla, hammaspyörillä ja ketjuilla asettaa aina enemmän rajoituksia.

Hydrostaattisen voimansiirron komponentit ovat pienikokoisia. Tämä mahdollistaa edullisen rakenteen työkoneille. Hydrostatiikan huollon ja kunnossapidon tarpeet ovat myös vähäiset.

### Introduction - Johdanto

Hydrostaattinen voimansiirto on nestevoimansiirtoa, joka käyttää paineenalaista öljyä moottorin tehon siirtämiseksi koneen vetäville pyörille - the hydrostatic drive is a fluid drive which uses fluid under pressure to transmit engine power to the drive wheels of the machine.

Moottorilta tuleva mekaaninen teho muutetaan hydrauliseksi tehoksi hydraulipumpun ja -moottorin yhteistyöllä - by a pump - motor team. Hydraulinen teho muutetaan takaisin mekaaniseksi tehoksi vetäville pyörille - this power is then converted back to mechanical power for the drive wheels.

Hydrostaattinen voimansiirto toimii sekä kytkimenä että vaihteistona. Voimansiirtoketju "final gear train" voidaan näin yksinkertaistaa, kun hydrostaattiyksikkö tuottaa nopeuden säädön portaattomasti ja vielä momenttialueiden lisäksi peruutusvaihteet - final gear train can then be simplified, with the hydrostatic unit supplies infinite speed and torque ranges as well as reverse speeds.

### How It Works Kuinka Se Toimii

Hydraulista voimansiirtoa on kahta perustyyppiä:

- Hydrodynaaminen
- Hydrostaattinen - hydrostatic

Hydrodynaaminen voimansiirto käyttää öljyä suurella nopeudella, mutta suhteellisen alhaisella paineella. Sen toimintaperiaatteen kuuluu pumpun kehittämä suuri virtausnopeus öljylle, joka sitten pakottaa suihkuna turbiinin siivelle osuessaan turbiinin pyörimään. Hydrodynaamista periaatetta käytetään momentinmuuntimissa - this type of transmission is used in torque converters.

Hydrostaattinen käyttää öljyä korkealla paineella, mutta suhteellisen alhaisella nopeudella - uses fluid at high pressure but relatively low speeds. Periaatteessa energiaa siirretään nesteellä itsellään pumpun ja moottorin välillä suljetussa virtapiirissä, kuten nähdään kuvassa - basically, energy is transferred by the fluid itself in a closed circuit between the pump and motor as shown.

Kun neste liikkuu linjojen läpi, sen voidaan silti kuvitella olevan ikäänkuin levossa tai staattisen paineen alaisena - while the fluid does move through the lines, it is still considered as being at rest or under static pressure. Paineen nousu nesteessä, joka

on kokoonpuristumatonta, on tekijä, joka siirtää energiaa - the rise in pressure of the fluid - which will not compress - is what transfer the energy.

### Sanastoa

hydrostatic hydrostaattinen  
fluid neste  
drive wheels vetävät pyörät  
team ryhmä  
function toimia  
clutch kytkin  
simplified yksinkertaistettu  
supply toimittaa  
speed nopeus  
range alue  
force pakottaa  
against vastaan  
closed suljettu  
as shown kuten nähdään  
under pressure paineenalainen  
engine power moottorin teho  
convert muuttaa  
mechanical power mekaaninen teho  
both molemmat  
final gear train alennusvaihte  
unit yksikkö  
infinite ääretön  
torque vääntömomentti  
relatively suhteellisesti  
basically pohjimmiltaan  
torque converter momentinmuunnin  
circuit virtapiiri

while sillä aikaa kun...

### Sanastoharjoitus

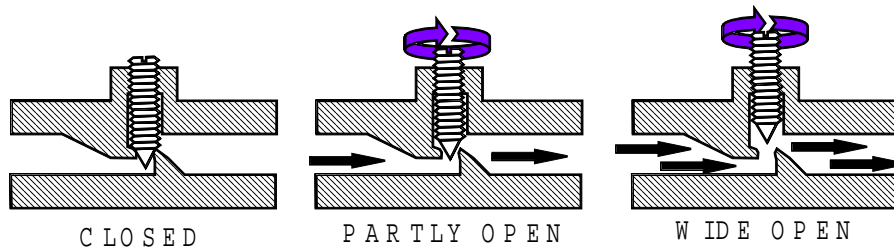
Kirjoita suomenkieliset vastineet

- against .....
- as shown .....
- basically .....
- both .....
- circuit .....
- closed .....
- clutch .....
- convert .....
- drive wheels .....
- engine power .....
- final gear train .....
- fluid .....
- force .....
- function .....
- hydrostatic .....
- infinite .....
- mechanical power .....
- range .....
- relatively .....
- simplified .....
- speed .....
- supply .....
- team .....
- torque .....
- torque converter .....
- under pressure .....
- unit .....

while .....

## 8. Volume Control Valves Virransäätöventtiilit

### NEEDLE VALVE



Volume control valves control the volume or flow of oil, usually by throttling or diverting it.

In many hydraulic systems, the speed of a cylinder or motor must be closely regulated. This can often be done by regulating the volume of oil flowing to the actuator. When using a fixed displacement pump, the normal way to regulate the speed of a cylinder or motor is with volume control valves.

Volume control valves can be separated in two types:

- FLOW CONTROL VALVES which control volume flow. usually through metering orifice.
- FLOW DIVIDER VALVES which control volume flow but also divide the flow between two or more circuits.

Let's cover each type in more detail.

## Flow Control Valves

Flow control valves can regulate flow by:

1. Restricting flow in or out of the component whose speed is being regulated. These valves are noncompensated.

2. Diverting flow away from the component whose speed is being regulated. These valves usually compensated.

Non compensated valves do not compensate for pressure changes. As inlet flow changes, so does the flow through the valve. These valves are not generally used where accurate flow rate control is needed. They include simple needle and globe valves.

Compensated valves maintain a constant flow even though the inlet flow changes. These valves adjust the flow to make up for raises and drops in the inlet flow.

### Needle And Globe Valves Noncompensated Valves

These "noncompensated valves" are used in many hydraulic circuits. While not sensitive to pressure changes, they are simple and can be adjusted to meter oil flow very carefully and exactly.

The valve is simple restrictor. When pointed stem is screwed down into the orifice, flow is shut off. When unscrewed a small amount, flow is limited and pressure drops. When screwed out farther, the stem allows full flow.

A common use for the needle valve is in a tractor rockshaft. Here it regulates the speed of the rockshaft and mounted tool.

The globe valve operates the same except it has a rounded metering tip. Often globe valves are used in water plumbing systems where finer metering is not needed.

Hydrauliikan ohjaus ja hallinta "hydraulic control" tarvitsee venttiileitä pääasiassa kolmeen tehtävään. Yksi tehtävistä on erilaisien paineiden kuten paineen rajoitus ja paineen alennus "pressure relief and pressure reducing". Toinen virtausten suunnan hallinta ja ohjaus "directional control" ja kolmas virtausmäärän säätö "volume control".

### **Virransäätöventtiilit**

Virransäätöventtiileillä hallitaan hydrauliikan öljyn tilavuusvirtaa joko kuristamalla - throttling - tai jakamalla sitä tiettyssä suhteessa eri kohteisiin - diverting. Useissa hydrauliijärjestelmissä sylinterin tai hydraulimoottorin nopeus tulee olla tarkkaan säädetty - closely regulated. Tämä voidaan usein tehdä säätämällä toimilaitteeseen menevää öljyvirtausta - This can often be done by regulating the volume of oil flowing to the actuator.

Kun käytetään kiinteän tilavuusvirran hydraulipumppuja, tavallisesti säädetään moottoreiden tai sylintereiden nopeutta virransäätöventtiileillä. When using a fixed displacement pump, the normal way to regulate the speed of a cylinder or motor is with volume control valves.

Virransäätöventtiilit voidaan eritellä kahteen tyyppiin:

- Flow control valves - virransäätöventtiilit, jotka säätävät öljyvirtauksen määrää tavallisesti johtamalla virtauksen läpi tarkkaan mitoitettua kuristusreiän - through metering orifice.

- Flow divider valves - virranjakoventtiilit säätävät virtausta, mutta myös jakavat sitä kahden tai useamman virtapiirin välillä - between two or more circuits.

VIRRANSÄÄTÖVENTTIILIT säätävät öljyvirtausta:

1. Rajoittamalla virtausta toimilaitteen sisään tai sieltä ulos. Nämä ovat kompensoimattomia venttiileitä.

2. Jakamalla/haaroittamalla tietty määrä kokonaisvirtausesta toimilaitteelle ja osa muualle. Nämä ovat yleensä kompensoituja venttiileitä.

Kompensoimattomat venttiilit - non compensated valves - eivät korjaa, kompensoi hydrauliijärjestelmän paineen vaihteluita. Kun venttiin sisään tulopaine vaihtuu, vaihtuu myös virtaus venttiin läpi. Näitä ei voida käyttää paikoissa, joissa vaaditaan tarkkaan määrättyä nopeutta paineen vaihteluista huolimatta. Rakenteeltaan kompensoimattomat virransäätöventtiilit ovat yksinkertaisia neula- tai palloventtiileitä.

Kompensoidut virransäätöventtiilit - compensated volume control valves - kykenevät ylläpitämään vakiovirtausta venttiin läpi, vaikka sisään tulopaine vaihtelee. - compensated valves maintain a constant flow even though the inlet flow changes. These valves adjust the flow to make up for raises and drops in the inlet flow. Nämä venttiilit säätävät virtauksen vakioksi ja korjaavat sisään tulopaineen noususta ja laskusta aiheutuneet virtauksen muutokset.

### **Neula- Ja Palloventtiilit Needle And Globe Valves**

Nämä kompensoimattomat venttiilit ovat käytössä useissa hydraulisissa järjestelmissä. Vaikkeivät ne ole herkkiä painenvaih-

teluille, ne ovat yksinkertaisia ja voidaan säätää mittaamaan öljyn virtausta varsin huolellisesti ja täsmällisesti.

Neulaventtiili on yksinkertainen virtauksen rajoitin - simple restrictor. Kun suippokärkinen kara ruuvataan alas kuristinreikään, virtaus katkeaa. The valve is simple restrictor. When pointed stem is screwed down into the orifice, flow is shut off. Kun ruuvia avataan hieman, rajoitettu määrä öljyä pääsee läpi ja paine putoaa - when unscrewed a small amount, flow is limited and pressure drops. Kun ruuvi avataan täysille, täysi virtaus pääsee läpi - when screwed out farther, the stem allows full flow.

Tyypillinen käyttökohde neulaventtiilityypiselle virransäätöventtiilille on esim. traktorin nostolaitteet. Siellä sillä voidaan helposti säätää ulosottoakselille kytkettyjen työkonien pudotusnopeutta.

Palloventtiili toimii samalla tavalla paitsi, että sillä on pyöristetty mittaussuukappale. Se on yleisesti käytössä vesijohdoissa, missä tarkka virtauksen säätö ei ole niin tarpeen - The globe valve operates the same except it has a rounded metering tip. Often globe valves are used in water plumbing systems where finer metering is not needed.

## Sanastoa

volume tilavuus/-virta

control hallinta

valve venttiili

throttle kuristus, kuristaa

diverting kääntää toisaalle

regulate säätää

actuator toimilaite

fixed kiinteä, sovitettu

displacement kierrostilavuus

separate erottaa

usually tavallisesti

orifice aukko, reikä

through läpi jnk.

divider jakaja

divide jakaa

circuit piiri, virtapiiri

compensate korvata, tasata

restrict rajoittaa

change vaihdella

generally yleisesti

accurate täsmällinen

include pitää sisällään

needle neula

globe pallo

raise nostaa, kohottaa

rise nousta, kohota

drop pöytä

sensitive herkkä, arka

pressure paine

while sillä aikaa kun...  
adjust säätää  
carefully huolellisesti  
exactly täsmällisesti  
restrictor rajoitin  
pointed suippo, terävä  
pointed terävä  
stem kara, varsi, runko  
screw ruuvi, ruuvata  
shut off sulkea, sulkeutua  
limited rajoitettu  
amount määrä  
rockshaft nivelakseli  
mounted asennettu  
except paitsi  
round ympäri  
plumbing putkitus

### Sanastoharjoitus

Kirjoita suomeksi vastaavat sanat

accurate .....  
actuator .....  
adjust .....

amount .....  
carefully .....  
change .....  
circuit .....  
compensate .....  
control .....  
displacement .....  
diverting .....  
divide .....  
divider .....  
drop .....  
exactly .....  
except .....  
fixed .....  
generally .....  
globe .....  
include .....  
limited .....  
mounted .....  
needle .....  
orifice .....  
plumbing .....  
pointed .....

pointed .....  
pressure .....  
raise .....  
regulate .....  
restrict .....  
restrictor .....  
rise .....  
rockshaft .....  
round .....  
screw .....  
sensitive .....  
separate .....  
shut off .....  
stem .....  
throttle .....  
through .....  
usually .....  
valve .....  
volume .....  
while .....

Rights to translate this materials courtesy of Deere & Company,  
Moline IL, U.S.A

Copyrights Eero Aula, kopiointi ja monistaminen kielletään.

## 9. Compensated Flow Control Valves

This valve operates on the principle that with a given sized orifice and with a controlled pressure drop across this orifice, the flow will remain constant. The fixed orifice on the end of the spool is matched to the spring.

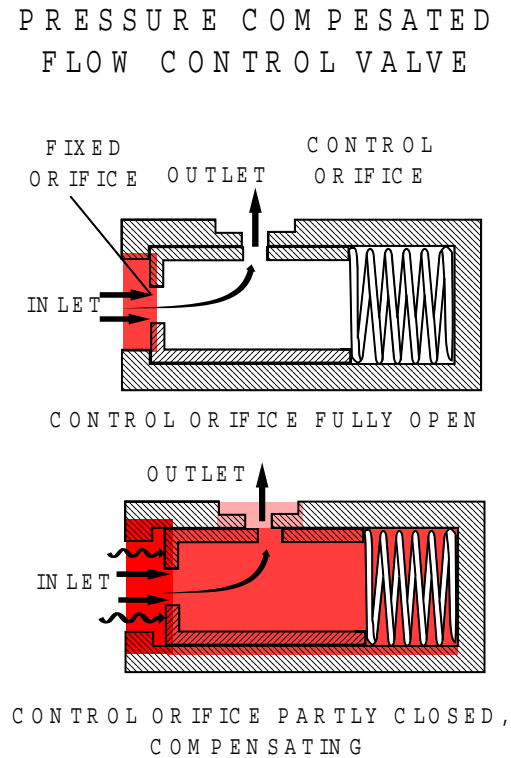


Fig. 1 - Pressure Compensated Flow Control Valve

When more than the predetermined flow tries to go through the orifice, the pressure difference between the front and inside of the valve increases. This compresses the spring and moves the valve to restrict the flow at the outlet orifice. This increases the pressure on the inside of the valve and reduces flow through the fixed orifice.

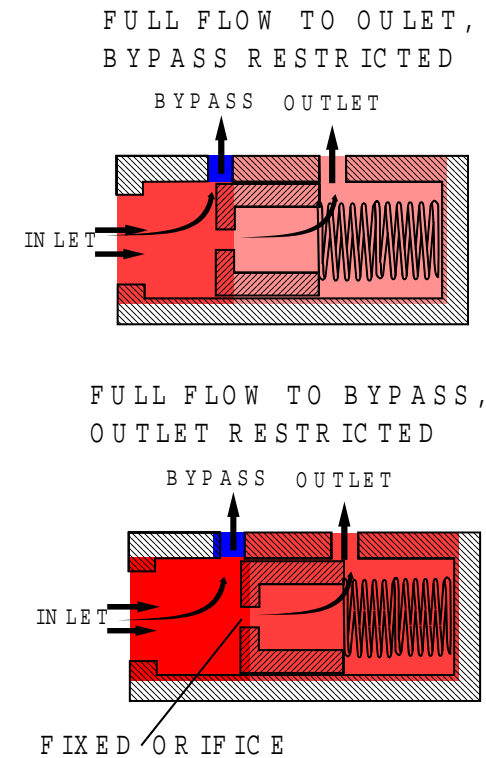


Fig. 2 - Bypass Flow Regulator

Regardless of what changes are made in the pressure of the working circuit or inlet pressure, the spring will maintain the

same pressure drop and, therefore, the same flow through the fixed orifice.

This valve is used in closed-center system where flow variations are controlled by the pump.

### **Bypass Flow Regulation**

Another form of flow control valve is the bypass flow regulator.

This valve is used in open center systems, when the total output of the pump must either be used in the function, passed on to another function, or returned to the reservoir. The regulator valve also uses the principle of the spring and fixed orifice to control flow.

The pressure on the inside of the valve is determined by the working pressure of the function. The valve then maintains the inlet pressure enough higher to maintain the proper differential across the orifice. This is done by dumping or bypassing excess oil. As flow increases, pressure builds on the head of the valve. This pushes the valve back, enlarging the bypass opening and maintaining the same pressure as before.

Bypass oil can be directed to another function or back to the reservoir. When directed to another function, the valve becomes a priority valve, insuring that the first predetermined amount of oil goes to a primary function outlet passage and the balance to a secondary function.

A relief valve is installed in the outlet of this valve to protect the system against excess pressures from "surges", which can close the bypass port completely.

### **Kompensoidut virransäätöventtiilit**

Kompensoidun virransäätöventtiilin toiminta perustuu luonnon lakiin, jonka mukaan määrätyn kokoisen reiän läpi vakio paine-erolla pysyy virtaus vakiona, ks. ylempi kuva. Kiinteä mitta-aukko karan päässä on sovitettu jousivoimaan.

Kun ennalta määrättyä suurempi virtaus yrittää mennä mitta-aukon läpi, paine-ero karan pään ja sisäpuolen välillä nousee. Tämä puristaa josta ja liikuttaa karaa niin, että ulostuloporttia kuristetaan rajoittamaan virtausta. Tämä taas nostaa painetta venttiilin sisällä ja pienentää virtausta mitta-aukon läpi.

Riippumatta paineenvaihteluista työvirtapiirissä tai sisääntulopaineesta, jousivoima ylläpitää paine-eroa mitta-aukon yli vakiona. Näin myös virtaus läpi kiinteän mitta-aukon pysyy vakiona.

Tätä venttiiliä käytetään järjestelmissä, joissa virtauksen vaihtelua hallitaan hydraulipumpulla, mm. suljetun keskiasennon suuntaventtiilien kanssa.

### **Virtauksen säätö ohivirtauksella**

Ohivirtaussäätö on toinen tapa virran säädössä.

Tätä venttiiliä käytetään avoimen keskiasennon järjestelmissä, joissa koko lumpun tuotto käytetään yhteen toimintaan tai osa siitä ohjataan joko jollekin toiselle toiminnolle tai takaisin säilöön. Tämä säätöventtiili käyttää myös kiinteän mitta-aukon ja jousivoiman periaatetta virran säätöön.

Paine venttiilin sisällä on riippuvainen toimilaitteen paineesta, ulostulopaine ks. kuva 2 ylempi asento. Sen jälkeen venttiili ylläpitää sisääntulopainetta tarpeeksi korkeana, jotta paine-ero mitta-aukon yli pysyisi oikeana. Tämä tapahtuu joko ohjaamalla

ylimääräinen öljy muualle tai ohivirtauksella, this is done by dumping or bypassing excess oil. Kun virtaus kasvaa, paine venttiilikaran päässä pyrkii nousemaan. Tämä työntää venttiilikaraa ja samalla suurentaa ohivirtausaukkoa ylläpitäen vakio paine-eroa.

Ohivirtausöljy voidaan johtaa joko jollekin toiselle toiminnalle tai takaisin säiliöön. Jos se johdetaan toiselle toiminnolle, toimii venttiili samalla prioriteetti/- ensisijaisventtiilinä. Tällöin se varmistaa, että ensimmäinen ennalta määrätty osa virtauksesta johdetaan ensisijais/prioriteettitoiminnalle ulostuloaukon kautta ja loput toissijaiselle/vähemmän tärkeälle toiminnalle.

Paineenrajoitusventtiili asennetaan virransäätöventtiin ulostulo puolelle suojaamaan järjestelmää ylimääräisiltä paineiskuilta, mitkä voisivat sulkea ohivirtausportin kokonaan.

### Sanan Selitystä

Compensate korvata, kompensoida, olla korvauksena, korvaava, kompensoiva. Pressure compensated flow control valve painekompensoitu virransäätöventtiili korjaa paineenvaihteluista aiheutuvan virtausnopeuksien vaihtelun. Temperature compensated flow control valve korjaa lämpötilan vaihteluista johtuvat öljyn viskositeetin vaihtelut, joista voisi johtua virtausmäärän vaihtelua vielä painekompensoinnin jälkeen. Tarkan virtauksen säätöventtiin tuleekin olla sekä paine- että lämpötilakompensoitu.

Given määrätty, sovittu, tietty. Given sized orifice määrätyn kokoinen mitta-aukko, jonka läpi samalla paine-erolla vakioviskositeetin omaava hydraulioöljy virtaa aina samalla tilavuusvirralla. Paine voi vaihdella, mutta tärkeää on, että paine-ero aukon yli pysyy aina vakiona. Paine-eron suuruuden määrää näissä vir-

ransäätöventtiileissä säätökaraa vastaan kohdistuva jousivoima .

Tilavuusvirran määräävät 1. virtausaukon koko, 2. paine-ero virtausaukon yli ja 3. virtaavan nesteen viskositeetti. Vesijohtoputkissa ja vesihanojen käytössä pätevät samat säännöt. Paine ja viskositeetti pysyvät kohtuullisen vakioina. Virtausta säädamme muuttamalla hanan asennon välityksellä virtausaukon kokoa.

### Sanastoa

compensate korvata, kompensoida

flow control virtauksen säätö

valve venttiili

operate toimia

principle periaate

given määrätty, tietty

given sovitettu

size koko

orifice aukko, suu, reikä

constant muuttumaton, vakio

fixed kiinteä, pysyvä

spool kara, puola, rulla

match sopia yhteen

spring jousi

predetermined ennalta määrätty

through jnk. läpi  
pressure difference paine-ero  
inside sisäpuoli  
front etupuoli, etuosa  
increase nousee  
compress puristaa  
restrict rajoittaa  
reduce alentaa, laskea  
regardless of välittämättä, huolimatta  
change muutos, vaihto  
circuit virtapiiri  
maintain pitää yllä  
pressure drop paineen pudotus  
variation muutos, vaihtelu  
regulator säädin  
bypass ohivirtaus  
regulation säätö  
reservoir säiliö  
function toiminta  
return palauttaa, palautua  
enough tarpeeksi  
proper oikea  
across yli, poikki, ristiin

excess ylimääräinen  
dump lähettää toisaalle  
build rakentaa, pystyttää  
direct suunnata  
priority etusija  
primary alkuperäinen  
relief vapauttaa  
relief valve paineenr. venttiili  
install asentaa  
protect suojata  
surge aalloilla  
completely kokonaan, täysin

### Sanastoharjoitus

Kirjoita suomeksi vastaavat

across .....  
build .....  
bypass .....  
change .....  
circuit .....  
compensate .....  
completely .....  
compress .....

constant .....  
direct .....  
dump .....  
enough .....  
excess .....  
fixed .....  
flow control .....  
front .....  
function .....  
given .....  
given .....  
increase .....  
inside .....  
install .....  
maintain .....  
match .....  
operate .....  
orifice .....  
predetermined .....  
pressure difference .....  
pressure drop .....  
primary .....  
principle .....

priority .....  
proper .....  
protect .....  
reduce .....  
regardless of .....  
regulation .....  
regulator .....  
relief .....  
relief valve .....  
reservoir .....  
restrict .....  
return .....  
size .....  
spool .....  
spring .....  
surge .....  
through .....  
valve .....  
variation .....

Rights to translate this materials courtesy of Deere & Company,  
Moline IL, U.S.A

Copyrights Eero Aula, kopiointi ja monistaminen kielletään.

## 10. Flow Divider Valves Virranjakoventtiilit

Virranjakoventtiilit säätävät virransäätöventtiilien periaatteella hydraulijärjestelmän tilavuusvirtaa ja lisäksi jakavat sitä kahteen tai useampaan kohteeseen ennalta määrättyssä suhteessa. Kun halutaan vaikkapa kahden eri hydraulisylinterin liikenopeudet tarkalleen suhteessa toisiinsa vaikkapa vielä kaukana toisistaan, käy tämä mukavasti virranjakoventtiilillä.

Yksinkertainen virranjakoventtiili saadaan rakennettua kahdesta vakiokierrostilavuusisesta - fixed displacement - hydraulimoottorista tai pumpusta kytkemällä ne samalle akselille. Jos näiden pumppujen kierrostilavuus on yhtäsuuri, jakaa yhteen kytketty pumppukaksikko tulevan virran kahteen kohteeseen tasan riippumatta kohteiden kuormasta tai öljyn paineesta.

Jos kytketään yhdelle akselille kaksi moottoria, joiden kierrostilavuus on erisuuri, saadaan virtaus jaettua kierrostilavuuksien suhteessa.

Seuraava suomennos ja englanninkielinen teksti esittelevät nestevirran jakamista venttiileillä ensisijais - priority - prioriteettiperiaatteella, säädettävällä prioriteetilla ja proportionaali eli suhteellisuusperiaatteella.

### Suomennos

Virranjakoventtiilit säätävät tilavuusvirtaa, mutta myös jakavat virtauksen kahteen tai useampaan piiriin - flow divider valves control volume flow but also divide the flow between two or more circuits. Ne voivat tehdä tämän kolmella tavalla:

- Prioriteettiventtiili jakaa kaiken öljyn yhteen piiriin, kunnes pumpun tuotto ylittää öljyn tarpeen tässä piirissä. Sen jälkeen saatavissa oleva ylimääräinen öljy ohjataan muihin piireihin.

- Säädettävä prioriteettiventtiili tekee saman kuin edellinen paitsi, että ensisijaispiiriin johdettavaa virtausta voidaan säätää.

- Proportionaaliventtiili jakaa virtauksen kaikkiin piireihin samanaikaisesti. Kuitenkin virtausta jokaiseen piiriin voidaan muunnella - However, the delivery to each circuit can be modified. Esimerkiksi kahteen piiriin suhteessa 50-50 tai jopa suhteessa 90-10

### Prioriteettiventtiili

Prioriteettiventtiili, joka nähdään kuvassa Priority Flow Dividers, on rakennettu hydraulipumppuun. Se jakaa pumpun tuoton kahteen erilliseen ulostuloaukkoon. Toinen portti on ensisijainen; toinen saa öljyä vasta, kun prioriteettiportin tarve on tyydytetty.

Virranjakokara liukuu porauksessaan avaten yhtä porttia isommalle ja samalla kuristaa virtausta toiseen porttiin. Sisääntuloöljy painaa karan toista päätä, kun samalla toiseen päähän vaikuttaa jousivoima ja pienempi paine.

Kun pumpun tuotto on pienempi, venttiilin kara liikkuu oikealle avaten prioriteettiporttia isommalle. Poraus venttiilissä mittaa öljyn virtausmäärää tähän porttiin.

Kun pumpun tuotto kasvaa, paineen pudotus porauksen läpi nousee ja saa aikaan karan siirtymisen josta vastaan ja puristaa sitä kasaan. Kara liikkuu vasemmalle. Tämä avaa toisioportin suuremmalle ja syöttää sitä ylimääräöljyllä. Prioriteettiportti saa silti tarvitsemansa öljyn ja toisioportti saa jäljelle jäävän pumpun tuoton.

Prioriteettiportti voi syöttää öljyä koneen ohjaukseen, kun toisioportti palvelee kuormaajan piiriä. Kuormaaja tarvitsee enemmän öljyä, mutta ohjaus on enemmän elintärkeä koneen toimissa.

Oletetaan, että pumppu tuottaa öljyä täydellä nopeudella 100 litraa minuutissa ja ohjaus tarvitsee ainoastaan 20 l/min. Täydellä nopeudella ohjaus saa pumpun tuotosta tarvitsemansa 20 l/min ja kuormaaja saa 80 l/min.

Alhaisella nopeudella pumppu voi tuottaa ainoastaan 20 l/min. Tässä tapauksessa prioriteettiportti saa kaiken pumpun tuoton. Välinopeuksilla virtaus jaetaan erilaisissa suhteissa, mutta ohjaus saa aina tarvitsemansa 20 l/min.

Säädettävissä prioriteettiventtiileissä ensisijaisporttiin johdettava virtausta voidaan säätää ulkopuolisilla vivuilla, solenoideilla, hydraulisilla tasapainoittimilla tai sisäisesti muuttamalla jousen jännitystä säätölevyillä. Paineenrajoitusventtiiliä käytetään prioriteettiventtiileissä paineiskujen varalta, jotka voisivat prioriteettiportista tulevana sulkea kokonaan toisioportin.

### **Proportionaalinen Virranjakoventtiili**

Tämä venttiili yksinkertaisesti ottaa nestevirtauksen yhdestä tuloputkesta ja jakaa sen kahteen piiriin. Tämä virran jako voi olla suhteessa 50:50 tai vaihdella siitä ylös 90:10 suhteeseen.

Tämä virranjakoventtiili, nähdään kuvassa Proportional Flow Divider, käytetään telaketjutraktoreiden tehostetuissa ohjausjärjestelmissä. Se lähettää yhtäsuuren määrän öljyä kumpaankin vasemman ja oikean ohjaussylinterin ohjausventtiiliin. Tämä saadaan aikaan kahdella yhtäsuurella porauksella öljyn tulopuolelta karaventtiilin päätyihin.

Kun oikeaan ohjausventtiiliin vaikutetaan, paineen nousu oikealla siirtää karaventtiiliä vasemmalle. Se rajoittaa vasenta porttia tarpeeksi pitämään yhtäsuuren paineen karan molemmilla puolilla, paineen, joka kulloinkin tarvitaan ohjaukseen. Kun kara on

vapaa liikkumaan venttiilin sisällä, se pitää tämän painetasapainon yllä jatkuvasti.

Koska sisääntulopaine molempiin porauksiin on yhtäsuuri, koska paine karan molempiin päihin on yhtäsuuri ja koska virtaus yhtäsuuren porausten läpi samalla paine-erolla on yhtäsuuri, järjestelmässä on aina yhtäsuuri virtaus molemmille venttiileille riippumatta siitä, kumpaa ohjausventtiiliä käytetään. Jos virtaus halutaan jakaa jossakin muussa kuin 50-50 suhteessa, tarvitsee ainoastaan vaihtaa yhtäsuuret poraukset tarvittavan erisuuruiseksi - proportionaalisesti - suhteellisesti.

### **Flow Divider Valves**

Flow divider valves controls volume flow but also divide flow between two or more circuits. They do this in three ways:

- Priority Valves deliver all fluid to one circuit until pump delivery exceeds the needs of that circuit; then the extra delivery is made available to other circuits.
- Adjustable Priority Valves do the same as above except that delivery to the No. 1 (priority ) circuit can be adjusted.
- Proportional Divider Valves deliver flow to all circuits at all times. However, the delivery to each circuit can be modified. for example, with two circuits the proportion can be 50-50 or up to a 90-10 ratio.

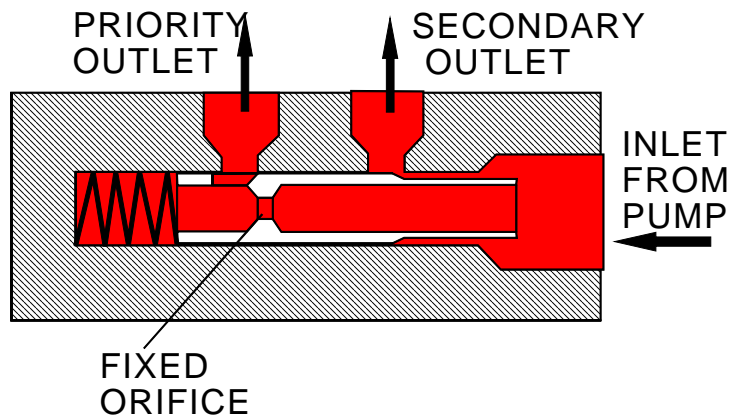


Fig. 1 - Priority Flow Divider

The priority flow divider shown in Fig. 1 Priority Flow Divider is built into a hydraulic pump. It divides the pump flow into two separate outlets. One outlet has priority; the other receives oil after the first is satisfied.

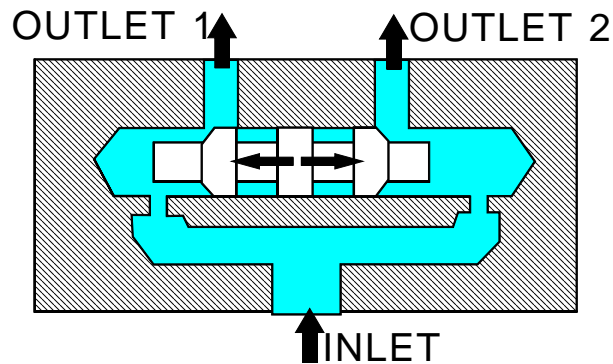


Fig. 2 - Proportional Flow Divider

The flow divider spool slides in its bore, opening one outlet wider as it restricts the other. Inlet oil presses against one end of the valve spool, while a spring and lower pressure oil push on the other end.

When pump output is lower, the valve moves to the right, opening the priority valve outlet wider. An orifice in the valve meters oil for this outlet.

As pump output rises, the pressure drop through the valve orifice increases and causes the valve compress the spring, moving to left. This opens the secondary port wider and feeds it the excess oil. The priority port still gets its oil, but the secondary gets all the remaining oil.

As an example, the priority port might serve the power steering of a machine, while the secondary feeds a loader circuit. The loader needs more oil, but the steering is more vital to operation of the machine. Let's say the pump has an output of 100 litres per minute at full speed, while the power steering needs only 20 l/min. At full speed the steering gets 20 l/min while the loader gets 80 l/min. At low speed the pump may produce only 20 l/min. In this case the priority valve outlet for the steering gets all the pump's flow. At intermediate speeds the flow is divided at different ratios, but the steering gets its 20 l/min first.

In adjustable priority valves, the delivery to the priority port can be adjusted using external levers, solenoids, or hydraulic balancers, or internally, by changing valve spring tension by shimming the valve. A relief valve is used with the priority valve to protect it against surge pressures which might close off the secondary outlet.

## Proportional Flow Divider

This valve simply takes a single flow of oil and divides it between two circuits. The dividing of oil may be 50-50 or in ratios up to 90-10.

The flow divider valve shown in Fig. 2. Proportional Flow Divider, is one used on a crawler power steering system. It sends an equal amount of oil to the left and right steering valves From the inlet line. This is done by having the two orifices equal in size.

When the right steering valve is actuated, the pressure backup from the valve will move the spool to the left. It will restrict the left port enough to maintain equal pressure (pressure required to steer) on each side of spool. The spool is free floating so this balance will always be maintained.

Because the inlet pressure to each orifice is equal, because the pressure at each end of the spool is equal, and because the flow through an orifice is the same with the same pressure drop, there will always be equal flow to each steering valve, regardless of which valve is used.

To divide the flow on other than a 50-50 basis, it is necessary only to vary the proportional size of the two orifices.

## Sanastoa

flow virtaus

divide jakaa

valve venttiili

control säättää, hallita

between välillä

circuit virtapiiri

in three ways kolmella tavalla

priority etusija, -oikeus

deliver päästää

fluid neste

delivery toimitus, tuotanto

exceed ylittää

need tarve

extra ylimäärä, erikoinen

available saatavilla

adjustable säädettävä

above yläpuolella

except paitsi

adjust säättää

modify muuttaa, tasoittaa

proportion suhde, osa, osuus

ratio suhde

shown in fig. nähdään kuvassa

figure kuvio, piirros

is built on rakennettu

separate erillinen

outlet ulostulo

receive vastaanottaa

satisfy tyydyttää	feed syöttää
spool kara	excess ylimäärä
slide luisua, liukua	remaining jäljelle jäävä
bore poraus	might saattaa
wide laaja	serve syöttää
wider isommalle	power steering tehostettu ohjaus
restrict vastustaa	loader kuormaaja
against vastaan	vital elintärkeä
press painaa	to operation toiminnalle
while sillä aikaa kun	get saada
push työntää	produce tuottaa
spring jousi	in this case tässä tapauksessa
lower alempi	intermediate välissä oleva
pressure paine	different erilainen, ero
orifice suutin, reikä, laippa	always aina
meter mitata	lever vipu
rise nousta	external ulkopuolinen
drop pudota	balancer tasapainotin
increase nousta, kasvaa	internally sisäpuolisesti
cause aiheuttaa	tension jännitys
compress puristaa	shimming tiivistäen
move liikkua	relief vapauttaa
secondary toisio	relief valve paineenraj. venttiili

simply yksinkertaisesti  
crawler telaketjutraktori  
equal yhtäsuuri  
amount määrä  
size koko  
actuate vaikuttaa, käynnistää  
backup apu, tuki, kokouma  
require vaatia, tarvita  
through läpi jnk  
regardless huolimatta jstk

### Sanastoharjoitus

Kirjoita suomeksi  
above .....  
actuate .....  
adjust .....  
adjustable .....  
against .....  
always .....  
amount .....  
available .....  
backup .....  
balancer .....

between .....  
bore .....  
cause .....  
circuit .....  
compress .....  
control .....  
crawler .....  
deliver .....  
delivery .....  
different .....  
  
divide .....  
drop .....  
equal .....  
exceed .....  
except .....  
excess .....  
external .....  
extra .....  
feed .....  
figure .....

flow .....  
fluid .....  
get .....  
in this case .....  
in three ways .....  
increase .....  
intermediate .....  
internally .....  
is built .....  
lever .....  
  
loader .....  
lower .....  
meter .....  
might .....  
modify .....  
move .....  
need .....  
orifice .....  
outlet .....  
power steering .....  
  
press .....

pressure .....  
priority .....  
produce .....  
proportion .....  
push .....  
ratio .....  
receive .....  
regardless .....  
relief .....  
  
relief valve .....  
remaining .....  
require .....  
restrict .....  
rise .....  
satisfy .....  
secondary .....  
separate .....  
serve .....  
shimming .....  
  
shown in fig. ....  
simply .....

size .....  
slide .....  
spool .....  
spring .....  
tension .....  
through .....  
to operation .....  
valve .....  
  
vital .....  
while .....  
wide .....  
wider .....

## 11. Pressure Reducing Valves Paineenalennusventtiilit

Paineenalennusventtiileitä käytetään pitämään painetta järjestelmän yhdessä haarassa pienempänä kuin pääpiirissä.

Kun paineenalennusventtiili ei ole toiminnassa, venttiili on auki (Kuva 1). Kun se toimii, kara pyrkii sulkeutumaan kuten nähdään - when it operates, it tends to close as shown.

Toiminta on seuraava: Kun paine lähtee nousemaan toisiopiirissä, paineesta aiheutuva voima kohdistuu karan pohjaan ja osittain sulkee virtaustien. Jousen jännitys pitää karaa painetta vas-

taan niin, että vain tarpeellinen määrä öljyä pääsee toisiopiiriin halutulla paineella. Jousen jännitystä voidaan säätää venttiilin päällä olevalla säätöruuvilla.

Alennusventtiilin tunnustelupaine tulee ulkopuolelta tai toisiopiiriltä. Paineenalennusventtiilin toiminta on vastakkainen paineenrajoitusventtiiliin verrattuna, joka ottaa tunnustelupaineen sisältä pääpiiristä ja on suljettu silloin, kun se ei ole toiminnassa.

Paineenalennusventtiili rajoittaa paineen toisiopiirissä haluttuun tasoon riippumatta paineenvaihteluista pääpiirissä niin kauan, kun järjestelmän kuormasta ei kehity vastapainetta paineenalennusporttiin. Vastapaine voi sulkea venttiilin kokonaankin.

### Paineenalennusventtiilejä on kahta tyyppiä

Paineenalennusventtiili voi toimia kahdella tavalla

1. Alennettu paine vakiosuuruinen
2. Pääpaineesta riippuvainen tietyn määräinen alennus

VAKIO ALENNETTU PAINE- tyyppinen venttiili syöttää toisiopiiriin kiinteäksi sovitetun paineen riippumatta pääpiirin paineesta - niin kauan kuin pääpaine on toisiopiirin painetta suurempi.

VAKIO PAINEEN ALENNUS tyyppinen venttiili antaa toisiopiiriin pääpaineesta riippuvaisen tietyn suuruisen alennuksen. Esimerkiksi venttiili voi olla säädetty antamaan 4 MPa:n suuruisen paineen alentaminen. Jos järjestelmän paine olisi 15 MPa, alennettu paine olisi tällöin 11 MPa. Jos järjestelmän paine putoaa 10 megapascaliin, venttiili alentaisi toisiopiiriin paineen 6 megapascaliin.

Näiden kahden venttiilin toiminta esitetään kuvassa 2.

Alennetun paineen vakiona antava venttiili toimii tasapainottamalla toisiopiirin alennettu paine säädettävää josta vastaan, joka pyrkii avaamaan venttiiliä. Kun toisiopaine putoaa, jousivoima avaa venttiiliä nostamaan painetta ja pitämään alennettu paine vakiosuuruisena toisiopiirissä.

Vakiosuuruisen paineen alennuksen antava venttiili toimii tasapainottamalla pääpiirin paine vastaan yhdessä jousivoima ja alennetun paineen aikaan saama voima karalla. Jos paineelle alistetut pinta-alat karalla sisä- ja ulkopuolella ovat yhtäsuuret, on paineen alennus jousivoimaa vastaava.

Huomaa kuristukset kuvassa 2. Nämä ovat avaimia paineenalennukselle. Sulkien osittain öljyn virtaustietä paineenalennusventtiili tekee tehtävänsä.

A pressure reducing valve is used to keep the pressure in one branch of a circuit below that in the main circuit.

When not operating, a pressure reducing valve is open (Fig. 1). When it operates, it tends to close as shown.

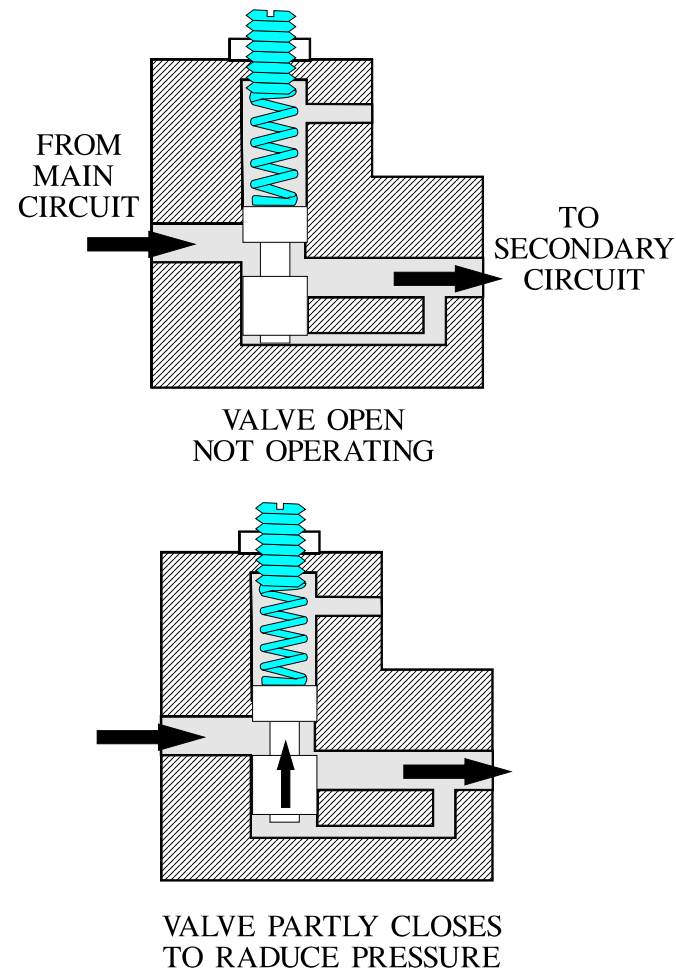


Fig. 1 - Pressure Reducing Valve

Operation is as follows: When pressure starts to rise in the secondary circuit, force is exerted on the bottom of the valve spool, partly closing it. Spring tension holds the valve against the oil pressure so that only enough oil gets past the valve to serve the

secondary circuit at the desired pressure. The spring tension can be adjusted using the screw shown at the top.

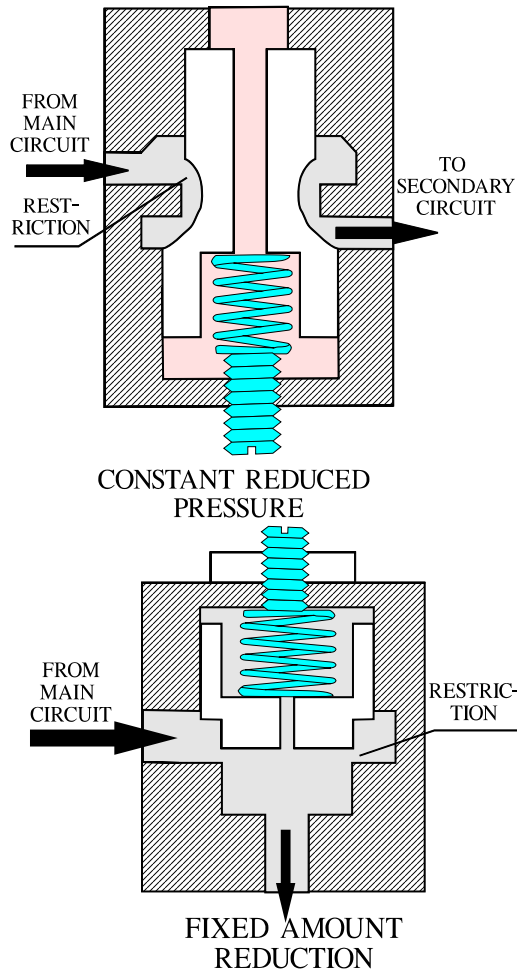


Fig. 2 - Two Types of Pressure Reducing Valves

The pressure sensing for the valve comes from the outlet side, or the secondary circuit. This valve operates the reverse of a relief valve, which senses pressure from the inlet and is closed when no operating.

A pressure reducing valve will limit maximum pressure in the secondary circuit, regardless of pressure changes in the main circuit, as long as the system work load does not create back pressure into the reducing valve port. Back pressure would close the valve completely.

### The Two Types Of Pressure Reducing Valves

Pressure reducing valves can operate in two ways:

#### Fixed Amount Reduction

CONSTANT REDUCED PRESSURE VALVES supply a fixed pressure regardless of main circuit pressure - so long as it higher.

FIXED AMOUNT REDUCTION VALVES supply a fixed amount of pressure reduction, which means that it varies with the main circuit pressure. For example, the valve might be set to give a reduction of 4 megapascals. If system pressure was 15 MPa, the valve would reduce pressure to 11 MPa. If system pressure is dropped to 10 Mpa, the valve would reduce pressure to 6 MPa.

#### Constant Reduced Pressure

Operation of the two valves is shown in Fig. 2.

The constant reduced pressure valve operates by balancing the secondary pressure against an adjustable spring which is trying to open the valve. When secondary pressure drops, the spring

opens the valve enough to increase pressure and to keep a constant reduced pressure in the secondary circuit.

THE FIXED AMOUNT REDUCTION VALVE operates by balancing the main circuit pressure coming in against both the secondary pressure at the outlet and the spring pressure. Since the exposed areas of the inlet and outlet sides are equal, the fixed reduction will be that of the spring setting.

Note the restrictions shown in Fig. 2. These are the keys to pressure reduction. By partly closing, pressure reducing valves do their work.

### **A restriction causes a pressure drop**

Kuristus aiheuttaa paineen pudotuksen

### **Sanastoa**

pressure paine

reduce alentaa, vähentää

is used käytetään

valve venttiili

keep pitää

branch oksa, haara

circuit piiri, virtapiiri

operate toimia

main pää-

tend taipua, pyrkiä

as shown kuten nähdään

as follows seuraava

rise nousta

secondary toisio-

exert käyttää, ponnistaa

bottom pohja

force voima

valve spool venttiilikara

partly osittain

tension jännitys

against vastaan

hold pitää

enough tarpeeksi

get päästä

past ohi

desire haluta

screw ruuvi

at the top päällä

sense tunnustella

side puoli

reverse vastakkainen

reverse toisinpäin

relief valve paineenr. venttiili

limit rajoittaa

regardless of riippumatta jstk.  
change vaihdella  
create kehittää, luoda  
back pressure vastapaine  
completely täydellisesti  
constant vakio, pysyvä  
reduction alennus  
fixed kiinteä, pysyväinen  
supply syöttää  
amount määrä  
vary vaihdella  
might be set voidaan säätää  
drop pudota  
balance tasapaino  
adjustable säädettävä  
spring jousi  
increase nostaa  
exposed altis, avoin, suojaton  
since kun kerran, koska  
equal yhtäsuuri  
restriction kuristus  
  
adjustable .....

against .....  
amount .....  
as follows .....  
as shown .....  
at the top .....  
back pressure .....  
balance .....  
bottom .....  
branch .....  
change .....  
circuit .....  
completely .....  
constant .....  
create .....  
desire .....  
drop .....  
enough .....  
equal .....  
exert .....  
exposed .....  
fixed .....  
force .....  
get .....

hold .....  
increase .....  
is used .....  
keep .....  
limit .....  
main .....  
might be set .....  
operate .....  
partly .....  
past .....  
pressure .....  
reduce .....  
reduction .....  
regardless of .....  
relief valve .....  
restriction .....  
reverse .....  
reverse .....  
rise .....  
screw .....  
secondary .....  
sense .....  
side .....

since .....  
spring .....  
supply .....  
tend .....  
tension .....  
valve .....  
valve spool .....  
vary .....

**Exercise**

A pressure control valve which limits outlet pressure to a desired level, lower than the main circuit pressure

- a. closed centre system
- b. flow rate
- c. pressure reducing valve
- d. pressure relief valve
- e. directional control valve

A hydraulic system in which the control valves are closed during neutral position, stopping oil flow. Flow in this system is varied, but pressure remains constant

- a. closed centre system
- b. flow rate

- c. pressure reducing valve
- d. pressure relief valve
- e. directional control valve

Controls the direction of oil flow within the hydraulic system.  
closed centre system

- b. flow rate
- c. pressure reducing valve
- d. pressure relief valve
- e. directional control valve

Controls and limits the maximum pressure of the hydraulic system to a desired safety level

- a. closed centre system
- b. flow rate
- c. pressure reducing valve
- d. pressure relief valve
- e. directional control valve

The volume of fluid passing a point in a given time

- a. closed centre system
- b. flow rate
- c. pressure reducing valve

- d. pressure relief valve
- e. directional control valve

A device for converting fluid power into linear or circular motion.  
Basic design types include piston and vane units

- a. open centre valve
- b. cylinder, actuator or hydraulic motor
- c. check valve
- d. solenoid
- e. stroke

A valve in which the inlet and outlet ports are open in the neutral position, allowing a continuous flow of oil from pump

- a. open centre valve
- b. cylinder, actuator or hydraulic motor
- c. check valve
- d. solenoid
- e. stroke

The length of travel of piston in a cylinder

- a. open centre valve
- b. cylinder, actuator or hydraulic motor
- c. check valve

- d. solenoid
- e. stroke

An electro-magnet device which controls a hydraulic valve

- a. open centre valve
- b. cylinder, actuator or hydraulic motor
- c. check valve
- d. solenoid
- e. stroke

A valve which permits flow in only one direction

- a. open centre valve
- b. cylinder, actuator or hydraulic motor
- c. check valve
- d. solenoid
- e. stroke

### 13. Pilot Controlled Poppet Valves Esiohjatut Patruunaventtiilit

Patruunaventtiilit ovat viime vuosina vallanneet alaa voimakkaasti hydraulikassa. Patruunatekniikalla voidaan korvata paljon perinteisiä hydraulikan venttiileitä.

Patruunaventtiileitä käytetään paikoissa, joissa venttiilit halutaan asentaa etäälle ohjaamosta – where remote mounting of the valve is desirable. Venttiili voidaan asentaa lähelle toimilaitetta, jota se ohjaa – close to actuator it controls. Tällä on helppo eliminoida toimilaitteen muuten tarvitsemat pitkät letkut ja putkitukset.

The pilot valve, which controls the remote controlled directional poppet valve, to be installed in to the operator's cabin – Pilot-eli esiohjausventtiili asennetaan ohjaamoon- Pilotilla ohjataan varsinaista patruunasuuntausventtiiliä. Se voi olla etäällä ohjaamosta ja lähellä toimilaitetta.

Patruunaventtiili alentaa vuotavista suuntausventtiilikaroista aiheutuvia ongelmia kuten sylintereiden valumisia - such as cylinders drift. Patruunaventtiilille on ominaista alhainen vuoto. Jokainen venttiili on virtaussäätöinen, jolla muutetaan virtaavan öljyn määrää ja saadaan kulloinkin haluttu nopeus toimilaitteelle – each valve is flow adjustable to vary the amount of oil flow.

Esiohjattu patruunaventtiili (kuva 1) hallitsee paineenalaisen öljyn virtausta toimilaitteelle ja paluuöljyn virtausta sieltä pois. Näin yhteen toimintaan tarvitaan kaksi patruunaa, paine- ja paluuventtiilipatruunat (kuva 2) pressure and return poppets. Kun painepatruuna avautuu, avautuu myös paluupatruuna kun ne ovat tangon väilyksellä kytketyt toisiinsa (kuva 2 oikealla. Tämä

sallii virtauksen toiminnalle ja sieltä pois – this allows oil flow to and from a function.

Patruunaventtiili toimii esiohjausventtiilin avulla – the poppet valve is actuated by a pilot valve. Paine-ero kehitetään painepatruunan alapuolelle. Öljyn virtausta, jolla paine-ero kehitetään, hallitaan esiohjausventtiilillä (kuva 3) – the flow of oil required to create this pressure differential is controlled by a pilot valve. Esiohjausventtiiliä käytetään joko käsin tai sähköisellä solenoidilla. – the pilot valve is operated either manually or by an electric solenoid.

Kun esiohjausventtiiliä avataan, ohjausöljy pakenee kammioista painepatruunan alapuolelta (kuva 3 oikea). Venttiilin runkokotelolta tuleva paineenalainen öljy pystyy nyt työntämään painepatruunan alas. Nyt paineenalainen öljy pääsee toiminnolle ja saa aikaan toimilaitteen liikkeen. Venttiili pysyy auki niin kauan kuin esiohjausventtiiliä pidetään auki.

Kun esiohjausventtiili suljetaan, (kuva 3 vasen), esiohjausöljy ei enää pääse pakenemaan. Paineakanavan paineenalainen öljy täyttää ohjausöljytilan patruunan ulkosivussa olevan uran väilyksellä (kuva 3) – oil from pressure oil passage refills the pilot oil area under the outside edge of the poppet. Ohjauspaine nousee yhtäsuureksi syöttöpaineen kanssa. On merkille pantavaa, että pinta-ala patruunan alapuolella on suurempi kuin yläpuolella – remember, the area of the bottom of the pressure poppet is larger than the area on top of the poppet.

Johdonmukaisesti, kun öljynpaine on yhtä suuri patruunan molemmilla puolilla, nousee painepatruuna ylös vasten istukkaansa ja sulkee öljyn virtauksen toiminnolle - Consequently, with the oil pressure equal on both sides of the poppet, the

pressure poppet is pushed up against its seat to close the valve and stop oil flow to the function.

### Sanan selitystä

Poppet = lasku tai lautasventtiili. Suomalaisessa hydraulikassa sille on vakiintunut nimikkeeksi patruunaventtiili. Patruunatekniikka on kehittyvää alaa ja se on viime vuosina yleistynyt voimakkaasti liikkuvan kaluston hydraulikoissa. Niiden ohjaus ja kauko-ohjaus esiohjausventtiileillä ja nykyaikaisella tieto- ja viestintätekniikalla on helppoa.

Pilot pilotti, ohjaaja, luotsi, perämies, johtaja, opas, ohjaustappi – a part of a machine that guides the movement of another part – koneen osa, joka ohjaa koneen toista osaa.

### Pilot Controlled Poppet Valves

This type of valves are commonly used in areas where remote mounting of the valve is desirable. The valve may be mounted close to the actuator it controls. This eliminates the need for routing hydraulic pipes and hoses a very long distances for every function.

The valve reduces problems due to valve leakage - such as cylinder drift – because it is a low leakage valve. Each valve flow adjustable to vary amount of oil flow.

Pilot controlled poppet valves (Fig. 1) control the flow of pressure oil to a function and return oil from that function. Thus two poppet valves - a pressure and return poppets – are used (Fig. 2). When the pressure poppet opens, the return poppet also opens because a shaft connects the two poppets (Fig. 2, right). This allows oil flow to and from function.

The poppet valve is actuated by a pilot valve. A pressure differential is created on the bottom side of the pressure poppet. The flow of oil required to create this differential is controlled by a pilot valve (Fig. 3). The pilot valve is opened either manually or by an electric solenoid.

When the poppet valve is opened, pilot oil is allowed to escape from the cavity below the pressure poppet valve (Fig. 2, right). The pressurised oil coming into the valve body housing is able to push the pressure poppet down, thus opening the valve and causing the function move. The valve will remain open as long the pilot valve is open.

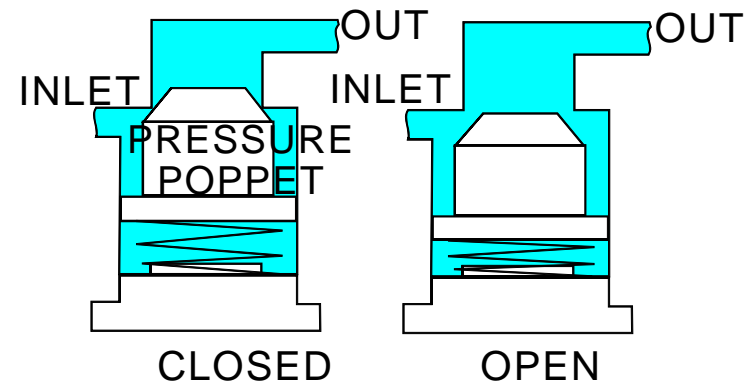


Fig. 1 – Basic Poppet Valve

When the pilot valve is closed (Fig. 2, left), the pilot oil can no longer escape. Oil from the pressure oil passage refills the pilot oil area under the pressure poppet through a groove on the outside edge of the poppet (Fig. 3). The pilot oil pressure increases to the same pressure as the valve inlet oil. Remember, the area on the bottom of the pressure poppet is larger than the area on top of the poppet.

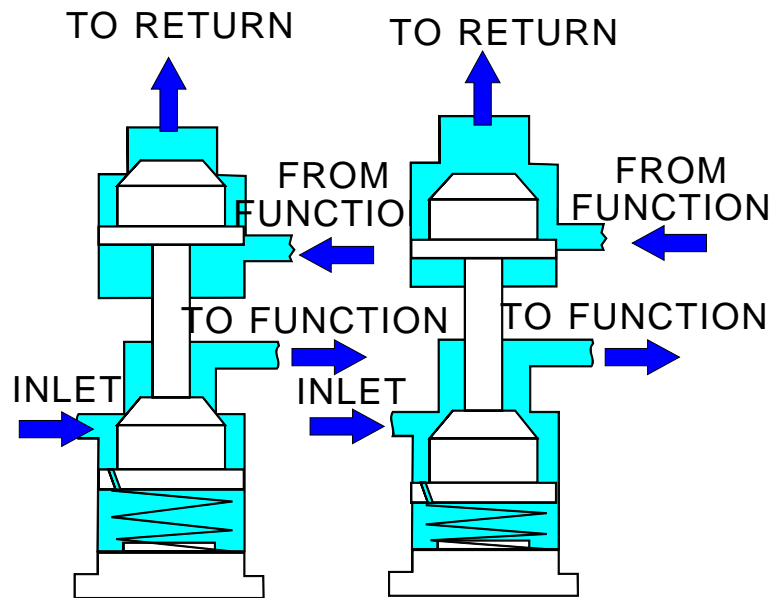


Fig. 2 – Poppet Valve – Pressure and Return

Consequently, with the oil pressure equal on both sides of the poppet, the pressure poppet is pushed up against its seat to close the valve and stop oil flow to the function.

**Sanastoa**

poppet lautasventtiili  
 pilot controlled esiohjattu  
 remote etä, etäis, kaukainen  
 mounting asennus  
 desirable toivottava, haluttu, haluttava  
 mount asentaa

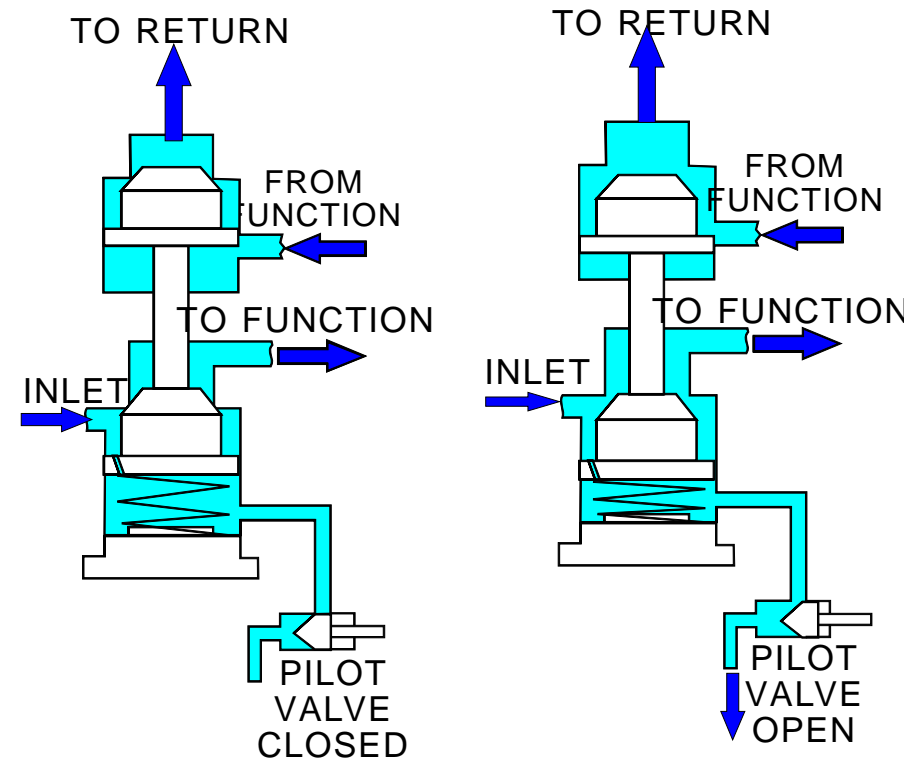


Fig. 3 – Pilot Control of Poppet Valve

close lähellä

funktion toiminta  
control hallinta  
eliminate poistaa  
need tarve  
routing kulkeminen, reititys  
pipe putki  
long distance pitkä matka, pitkä etäisyys  
reduce alentaa  
due to aiheutua jostakin  
valve leakage venttiilivuoto  
drift ryömintä, valuminen  
flow virtaus  
adjustable säädettävä  
vary muuttaa, vaihdella  
amount määrä  
return oil paluuöljy  
connect kytkeä  
allow sallia  
actuate panna käyntiin, toimia, käynnistää  
pilot valve ohjausventtiili  
pressure paine  
differential ero, erotus, tasauspyörästö  
is created aiheutetaan  
bottom side pohjapuoli  
create luoda, aiheuttaa  
require vaatia  
either joko-  
manually käsin  
electric solenoid sähkösolenoidei  
escape paeta  
cavity ontelo, kolo, reikä  
body housing runkokkotelo

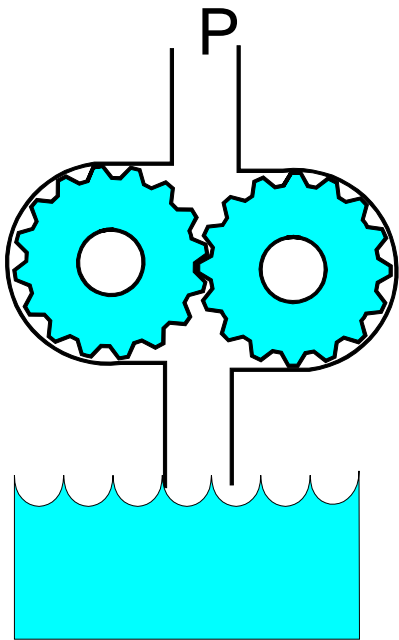
causing aiheuttaen  
move liikkua  
remain jäädä  
oil passage öljykanava  
refill täyttää uudelleen  
groove ura  
edge reuna, sivu, kantti  
increase nousta  
larger suurempi, laajempi  
equal yhtä suuri  
against vastaan  
seat istukka  
manual lever käsivipu  
consequently niin muodoin, johdonmukaisesti

Rights to translate these materials courtesy of Deere & Company, Moline IL, U.S.A

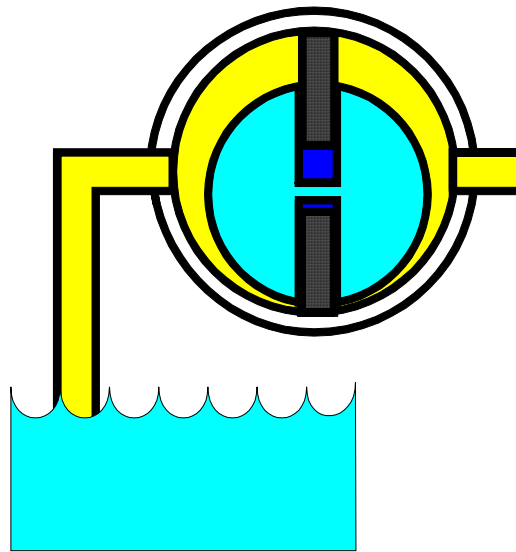
## 14. Teho ja vääntömomentti – Power And Torque Of Hydraulic Motors And Pumps

### Displacement And Torque Of Motors

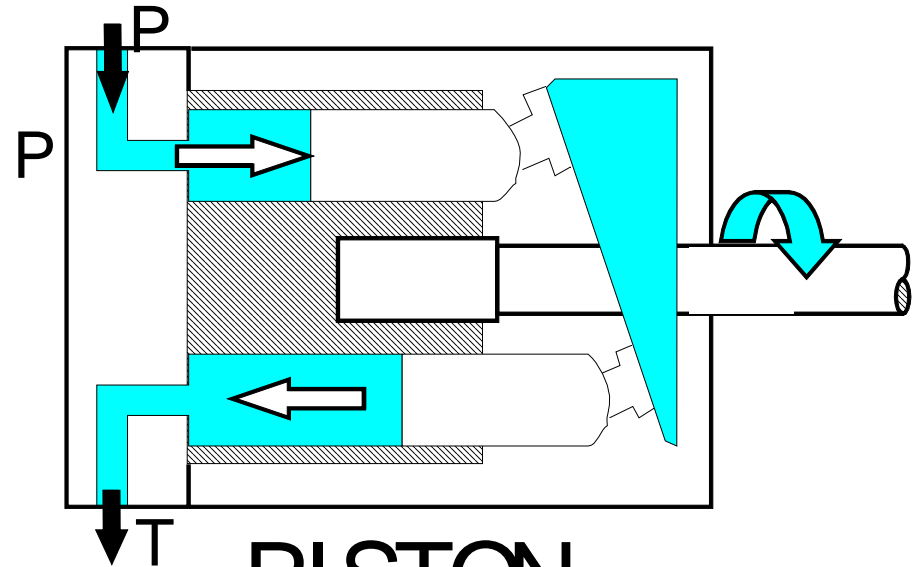
The work output of a motor is called torque. This is a measure of the rotary force on the motor drive shaft. Torque is only a measure of force x distance (as in newtonmeters) not of the speed of



GEAR



VANE



PISTON

this force.

The ratio between the speed and torque output of a motor depends upon its displacement – the volume of fluid it displaces

with each cycle. Motors, like pumps, are designed for two types of displacement:

**FIXED DISPLACEMENT** motors normally have variable speeds, which are regulated by varying the amount of input flow. Normally these motors have a fixed torque, or rotary work output.

**VARIABLE DISPLACEMENT** motors have both variable speeds and variable torques. The input flow and pressure remain constant, while the speed and torque can be varied by mechanism, which change the displacement. The applications and efficiencies of these motors will be discussed later.

### Types Of Hydraulic Motors

Motors are designed in three basic types:

- Gear motors
- Vane motors
- Piston motors

These basic types are the same as for the pump. All three designs work on the rotary principle: a rotating unit inside the motor is moved by the incoming fluid. Let's discuss the operation of motor.

### Gear Motors

Gear motors are widely used because they are simple and economical. Often they are used to drive small equipment in remote applications.

Usually small in size, gear motors are versatile and can be transferred from one use to another by using universal mounting bracket and flexible hoses. Gear motors can rotate in either direction but are normally not capable of variable displacement.

Two basic designs are used: 1. External Gear Motors 2. Internal Gear Motors

Rights to translate this materials courtesy of Deere & Company, Moline IL, U.S.A (EA)

Hydraulimoottoreiden vääntömomentti – TORQUE – ja teho – POWER – ovat määrittäviä tekijöitä hydraulisten koneiden ja laitteiden toiminnassa.

Vääntömomentti on suuresti riippuvainen järjestelmän paineesta. Mekaaninen ulostulo-teho vääntömomentista ja nopeudesta. Nopeutena käytetään kulmanopeutta – angle speed – radiaaneja sekunnissa ja vääntömomenttina – torque – newtonmetrejä.

Kun radiaanit sekunnissa 1/s kerrotaan newtonmetreillä Nm saadaan newtonmetrejä sekunnissa ja ne ovat watteja W. Radians per second times newtonmeters are equal with watts.

### Displacement

#### Tuotto ja kierrostilavuus

The volume of fluid the motor displaces with each cycle – displacement – öljyn määrä, jonka moottori työkierroksellaan syrjäyttää on kierrostilavuus – displacement. Käytännössä tämä kuvaa myös pumpun tuottoa litroina minuutissa tai kuutiodesimetreinä sekunnissa.

Tuotto litroina minuutissa on kuitenkin riippuvainen pumpun ja moottorin pyörimisnopeudesta. Kierrostilavuus puolestaan on suure, joka kuvaa pumpun yhden kierroksen aikana tuottamaa öljymäärää tai moottorin läpi yhden kierroksen aikana kulkeutunutta nestemäärää.

## Hydraulic power Hydraulinen teho

Hydraulimoottori muuttaa hydrauliiikan te-hon mekaaniseksi tehoksi – vääntömomentiksi ja kulmanopeudeksi. Teho on yleisesti voimaa, matkaa ja aikaa – Power comes from Force, distance and time.

Hydraulinen teho tulee täysin samoista fysiikan periaatteista. Voima saadaan hyd-raulisesta paineesta ja pinta-alasta, kun matka ja aika tulevat virtausnopeudesta –

Force comes from hydraulic pressure and crosscutting area, when the distance and the time come from volume flow.

Paineen yksiköt pascalit kerrottuna tilavuus-virran yksiköllä antaa tulokseksi tehon yksi-köitä – watteja. Kun paineen yksiköksi valitaan megapascalit ja tilavuusvirran yksiköksi kuutiodesimetriä sekunnissa, saadaan tulokseksi suoraan kilowatteja – Volume flow times pressure is equal with the unit of Power. Megapascal times cubic decimeter per second is equal with watt.

Jos ajoneuvon tai työkoneen hydraulijärjes-telmän pääpaine on 150 baaria, on se yhtä kuin 15 megapascalia. Jos saman järjestelmän tuotto l. tilavuusvirta on 180 litraa minuutissa, on yhtäkuin 3 kuutiodesimetriä sekunnissa. Näistä seuraa, että hydraulijär-jestelmän teho on kolme kertaa viisitoista 3\*15 kilowattia = 45 kW.

Hydraulipumppu ottaa näillä arvoilla sitä käyttävältä moottorilta tehoa 45 kilowattia tai hieman yli ja antaa mekaanisena tehona toimilaitteella 45 kilowattia tai hieman alle. Alle ja yli – arvot tulevat jokaiseen koneeseen liittyvästä hyötysuhteesta – efficiency.

tilavuusvirta\*paine = teho

mPa\*cudm/s = kW

vääntömomentti\*kulmanopeus = teho

volume flow\*pressure = power

torque\*anglespeed = power

## Suomennos

### Moottorin kierrostilavuus ja vääntömomentti.

Moottorin ulosantamaa "voimaa" kutsutaan vääntömomentiksi. Sitä mitataan pyörivänä "voimana" moottorin akselilla.

Momentti mitataan voimana ja voiman vartena kuten jalkanaulat – foot pounds – meillä kuitenkin newtonmetreinä Nm, ei voiman nopeutena – not of the speed of this force.

Moottorin ulosottoakselilta saadun nopeuden ja vääntömomentin suhde riippuvat moottorin kierrostilavuudesta – the volume it displaces with each cycle.

Moottorit niin kuin pumputkin muotoillaan ja rakennetaan kierrostilavuudeltaan kahtena eri tyyppinä:

- **FIXED DISPLACEMENT** – kiinteä kierrostilavuuksinen, jonka pyörimisnopeutta säädellään sisään tulevalla nesteen tilavuusvirralla. Tavallisesti näillä moottoreilla on kiinteä vääntömomentti – fixed torque or rotary work output.
- **VARIABLE DISPLACEMENT** – säädettävän kierrostilavuuden omaavalla moottorilla ovat sekä pyörimisnopeus että vääntömomentti säädettävissä. Sisään syötettävän öljyn tilavuusvirta ja paine ovat vakioita. Moottorin pyörimisnopeutta ja vääntömo-

menttia säädellään mekanismilla, joka muuttaa moottorin kierrostilavuutta

–the input flow and pressure remain constant, while the speed and torque can be varied by mechanism, which change the displacement.

Näiden moottoreiden sovelluksista ja hyötysuhteista keskustellaan myöhemmin.

### Hydraulimoottoreiden päätyypit

Moottorit on suunniteltu kolmeen perustyyppiin:

- GEAR MOTORS–hammaspyörämoottorit
- VANE MOTORS–siipimoottorit
- PISTON MOTORS–mäntämoottorit

Moottoreitten perustyyppit ovat hydraulimoottoreilla ja pumpuilla samamanlaiset.

Kaikki kolme mallia toimivat samalla pyörivällä periaatteella; moottorin sisällä olevaa pyörivää yksikköä käyttää sisään tuleva neste – paineenalainen öljy.

Keskustelkaamme näistä moottorityypeistä erikseen;

### Hammaspyörämoottorit Gear motors

Hammaspyörämoottorit ovat laajalti käytössä niiden yksinkertaisen rakenteen ja edullisen hankintahinnan vuoksi. Niitä käytetään usein pyörittämään pieniä laitteita etäällä pumpusta tai päälaitteesta.

Tavallisesti pienikokoiset hammaspyörä-pumput ovat monipuolisia ja voidaan helposti siirtää paikasta toiseen käyttämällä yle-

siä asennuspikakytöntöjä ja -liittimiä – universal mounting bracket – sekä taipuvia letkuja – and flexible hoses.

Hammaspyörämoottorit voivat pyöriä molempiin suuntiin, mutta eivät yleensä ole säädettävällä kierrostilavuudella. Perustyyppinä niitä on kahta mallia:

- EXTERNAL GEAR MOTORS – Ulkopuoliset hammaspyörämoottorit
- INTERNAL GEAR MOTORS – Sisäpuoliset hammaspyörämoottorit.

### PRACTICAL INVENTION

Havaijin trooppisen saaren satamalaiturin ruoppaustyössä ollut 280 tonnin kaivinkone Demac H 241 luisui muutamia kymmeniä metrejä tyynen meren sinisten aaltojen syvyyksiin 80-luvulla.

Siihen aikaan kaivinkone oli suurin hydraulinen tuotantokone maailmassa – the largest production excavator in the world.

Kone oli moderni ja hydraulikka pelasi myös, mutta meren syvyydessä dieselit sammuvat, jos eivät saa ilmaa. Tämä jättiläinen sammui myös, mutta ylös se oli saatava.

Hydraulimoottorit pelastivat jättiläisen. Ne eivät tarvitse ilmaa. Ne tarvitsevat paineella virtaavaa öljyä niin kuin lukukapalleemme hydraulimoottoritkin.

Power Transmission eli tehonsiirtojärjestelmä on koneessa puhtaasti hydrostaattinen. Dieselikäyttöön hydraulipumppua ja se hydraulimoottoria. Pumpulta poweri/teho siirtyy hydraulisena myös vetotehoksi telaketjuille hydraulimoottoreitten kautta. Hydraulimoottorit hoitavat tehon jättiläistä kuljettavaksi voimaksi telaketjuille.

Järjestelmä näin rakennettuna teki mahdolliseksi ajaa hirviö merten syvyyksistä hyd-raulimoottoreiden voimalla ihmisten ilmoille maan pinnalle. Sukeltaja liitti paine- ja palu-uletkut pimeässä ohjaamossa "kouratuntu-malla" kaivinkoneen hydraulijärjestelmään. Maan päällä hydraulikoneikko dieselin käyt-tämänä tuotti riittävän hydraulisen tehon johdettavaksi koneeseen pinnan alla. Sen jälkeen kone olikin ajettavissa syvyydestä pinnalle ikäänkuin omin voimin.

### Käännösharjoitus

Kirjoita tekstit suomeksi

Displacement of hydraulic pump is the volume of oil moved or displaced during each cycle of a pump.

FIXED DISPLACEMENT PUMPS moves the same volume of oil with every cycle. This volume is only changed when the speed of the pump is changed.

VARIABLE DISPLACEMENT PUMPS can vary the volume of oil they move with each cycle – even at the same speed. These pumps have an internal mechanism, which varies the output of oil, usually to maintain a constant pressure in the system.

Translate into English:

Hydraulipumppu on hydraulijärjestelmän sydän. Se muuttaa mekaanisen energian hydrauliseksi energiaksi.

Hydraulimoottori käyttää hydraulista energiaa ja muuttaa sen mekaaniseksi työksi. Hydraulinen teho on painetta ja virtausta. Mekaaninen teho on voimaa ja nopeutta.

### Sanastoa

displacement kierrostilavuus

torque vääntömomentti  
gear hammaspyörä  
vanepump siipipumppu  
output ulosanto  
measure mitta  
rotary pyörivä  
force voima  
drive shaft käyttöakseli  
distance etäisyys  
foot-pound jalkanaula  
speed nopeus  
ratio suhde  
design suunnitella  
depend on riippua jstk  
displace syrjäyttää  
cycle työkierto  
each jokainen  
variable vaihteleva  
regulate säätää  
vary vaihdella  
amount määrä  
input flow sisäänvirtaus  
fixed kiinteä  
pressure paine  
remain jäädä  
constant vakio  
while sillä aikaa kun  
mechanism mekaniikka  
change muuttaa  
application käyttö sovellus  
efficiency hyötysuhde  
efficiency tehokkuus

efficiency suorituskyky  
 efficiency tehokas  
 gear hammaspyörä  
 piston mäntä  
 principle periaate  
 inside sisäpuoli  
 is moved liikutetaan  
 fluid neste  
 operation toiminta  
 widely laajalti  
 economical taloudellinen  
 equipment laite varuste  
 remote etäinen kaukainen  
 application käyttö  
 size koko  
 usually tavallisesti  
 versatile monipuolinen  
 transfer siirtää  
 by using käyttäen  
 universal yleinen  
 mounting asennus kiiinnitys  
 bracket kannatin  
 flexible taipuisa  
 hose letku  
 rotate pyötriä  
 direction suunta  
 capable kykenevä

**Sanastoharjoitus**

Kirjoita englannin  
 suomenkielen vastaavat

sanoille

amount .....  
 application .....  
 application .....  
 bracket .....  
 by using .....  
 capable .....  
 change .....  
 constant .....  
 cycle .....  
 depend .....  
  
 design .....  
 direction .....  
 displace .....  
 displacement .....  
 distance .....  
 drive shaft .....  
 each .....  
 economical .....  
 efficiency .....  
 equipment .....  
  
 fixed .....  
 flexible .....  
 fluid .....  
 foot-pound .....  
 force .....  
 gear .....  
 gear .....  
 hose .....  
 input flow .....  
 inside .....

is moved .....  
measure .....  
mechanism .....  
mounting .....  
operation .....  
output .....  
piston .....  
  
pressure .....  
principle .....  
ratio .....  
regulate .....  
remain .....  
remote .....  
rotary .....  
rotate .....  
size .....  
speed .....  
  
torque .....  
transfer .....  
universal .....  
usually .....  
vanepump .....  
variable .....  
vary .....  
versatile .....  
while .....  
widely .....

## 15. Ilmoittajia, käyttäjiä, tukijoita

[Harjoituksia Exercises](#)

[Kotiin Home](#)

[Tekniikan Englantia rakennetaan yhteistyössä](#)

[Sisältöä Content](#)

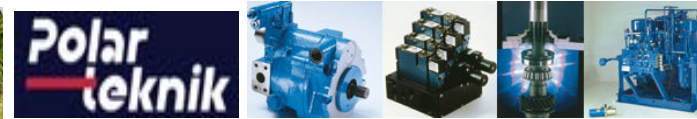
[Tilaus/palautte/fb](#)

Kirjasarjan ilmoittajat ovat antaneet taloudelliset mahdollisuudet Technical English-sarjan syntymiselle. Yhteistyökumppanit ovat ilmoituksillaan tehneet myös kirjojen hinnat opiskelijaystävällisiksi. Suuret kiitokset! Seuraavat yritykset ja oppilaitokset tukevat projektia ja heillä on lisenssi käyttää näitä Tekniikan Englannin sivuja myös julkisessa opetuksessa ja tiedotuksessa. Ilmoituksissa on linkit yritysten kotisivuille.



Valmet - The Leading Specialist in the Northern Cut-to-Length Technology for over 40 Years.

**Valmet**  
Komatsu Forest Oy  
P.O. Box 106, FIN-01101 Tampere, Finland  
Tel. +358 9 245 8311  
Fax +358 9 245 8254  
www.komatsuforest.fi





Parker Hannifin Oy  
 Ylästöntie 16  
 0101510 VANTAA  
 Tel: (09) 476 731  
 Fax: (09) 476 7320  
 www.parker.com

**Rexroth**  
 Bosch Group  
 The Drive & Control Company

**PLUS L1**  
 Customizing Control  
 For Your Mobile Machinery

PALVELEVA RENGASTALO  
**LAPINKUMI OY**  
 ROVANIEMI SODANKYLÄ TORNIÖ KEMINMÄÄ PELLO  
 016-3210 000 016-612 255 016-446 601 016-280 373 016-512 701



**TOJO-AUTO**  
 ROVANIEMI - KEMINMÄÄ - SODANKYLÄ  
 TOYOTA

PONSSE  
**WISENT**  
 Developed in co-operation with the whole timber supply chain. Lighter weight and better maneuverability than ever!

Basic Examination of Forestry 120 crs  
 Vocational Qualification

Freely optional studies 10 crs  
 Based on the choice of students

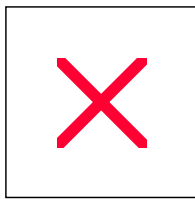
Common for All 20 crs  
 Obligatory 16 crs  
 Optional 4 crs

Vocational Studies 90 crs  
 Including at least 20 crs of On-The-Job Training

Technical English  
<http://personal.aue.fi/coed/ero/au/a>

**DUNLOP HIFLEX**

**Profi-Forest Oy**



**MARTIINI**  
 metal technics

[Lapin Autokeskus Oy](#)

Suomenkieliset tekstit-suomennokset

1. Combustion Engines B – H0w do They Work 5  
Polttomoottorit – kuinka ne toimivat  
Sound in English ääni englanniksi
  
- Kappaleen 1 puuttuvat sanat 11 12
  
2. Four Stroke Engines – How They Work 6  
Nelitahtimoottoreiden toiminta  
Ääni, English Sound
  
3. Air, Fuel and Combustion Ilma, polttoaine ja palaminen 8  
Sound in English ääni englanniksi
  
4. Diesel Fuel Systems – Diesel-polttonestejärjestelmät 10  
Sound in English ääni englanniksi
  
5. Cooling Systems – Jäähdytysjärjestelmät 12  
Sound in English ääni englanniksi
  
6. Lubrication Systems – Voitelujärjestelmät 13  
Sound in English ääni englanniksi

7.	<u>Basic Parts of the Engines and their Duties</u>	15
	<u>Moottoreiden perusosat ja niiden tehtävät</u>	
	<u>Sound in English ääni englanniksi</u>	
8.	<u>Power Trains – How do They Work</u>	17
	<u>Voimansiirtolaitteet – kuinka ne toimivat</u>	
	<u>Sound in English ääni englanniksi</u>	
9.	<u>Differentials – Tasauspyörästöt</u>	18
	<u>Sound in English ääni englanniksi</u>	
	<u>English Exercise EE I Engines &amp; Power Trains 9-3</u>	20
10.	<u>Final Drives – Alennusvaihteet</u>	20
11.	<u>Vehicle Electrical Circuit</u>	21
	<u>Ajoneuvojen sähköiset virtapiirit</u>	
12.	<u>Electrical Starting Circuit – Käynnistinvirtapiiri</u>	23
	<u>Sound in English ääni englanniksi</u>	
13.	<u>Charging Circuit – Latausvirtapiiri</u>	25
	<u>Sound in English ääni englanniksi</u>	
	<u>English Exercise II Electricity 13-4</u>	27
14.	<u>Basic Principles of Hydraulic</u>	28
	<u>Hydrauliikan perusperiaatteita</u>	
	<u>Sound in English ääni englanniksi</u>	

15.	Hydraulic Valves – Hydrauliiikan venttiilit <a href="#">Sound in English ääni englanniksi</a>	30
16.	Power and Torque of Hydraulic Motor and Pump Hydraulipumpun ja moottorin teho ja vääntömomentti <a href="#">Sound in English ääni englanniksi</a>	32
17.	Fluid Drives – Nestevälitykset	34
18.	General Maintenance of Hydraulics Hydrauliiikan yleinen kunnossapito English Exercise III Hydraulics 18-3	36 38
19.	Gasolines – Bensiinit	39
20.	<a href="#">Technical Data of Forest Machine</a> <a href="#">Metsäkoneen tekniset tiedot</a>	42
21.	<a href="#">Mushrooms – Sienet – Svampar</a>	46
22.	Finnish–English–Swedish Vocabulary	49
23.	English–Finnish–Swedish Vocabulary	82
24.	Swedish–English–Finnish Vocabulary	115
25.	<a href="#">Advertisements – Sponsors</a>	