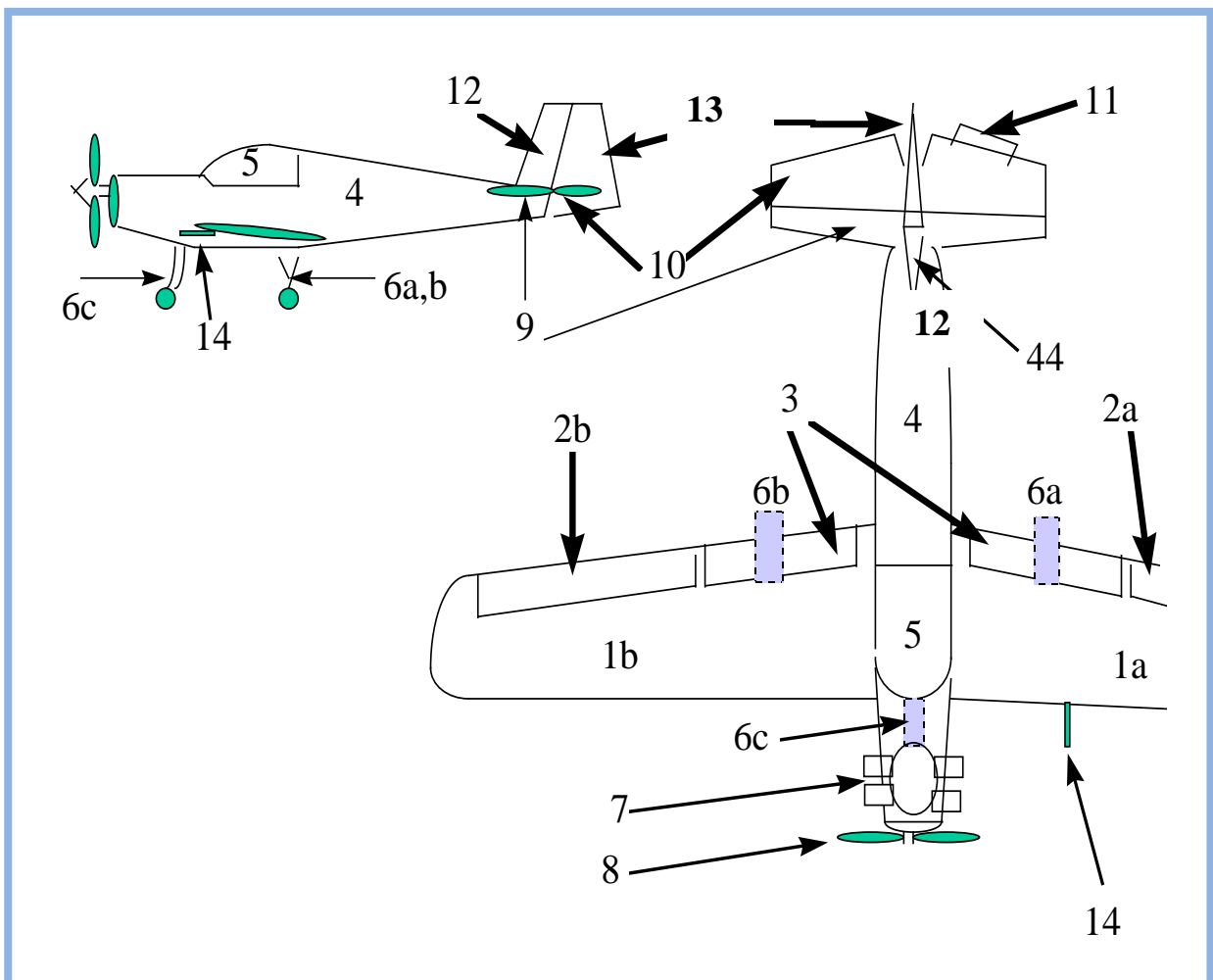


RAKENTEET JA MOOTTORIT

ULTRAKEVYEN LENTOKONEEN RAKENNE

- (1a & 1b) siivet
- (2a & 2b) siivekkeet
- (3) laskusiivekkeet
- (4) runko
- (5) ohjaamo
- (6a & 6b) pääteline
- (7) moottori
- (8) potkuri
- (9) korkeusvakain
- (10) korkeusperäsin
- (11) korkeusperäsintrimmi
- (12) sivuvakain
- (13) sivuperäsin
- (14) pitotputki (=nopeusmittarin anturi)



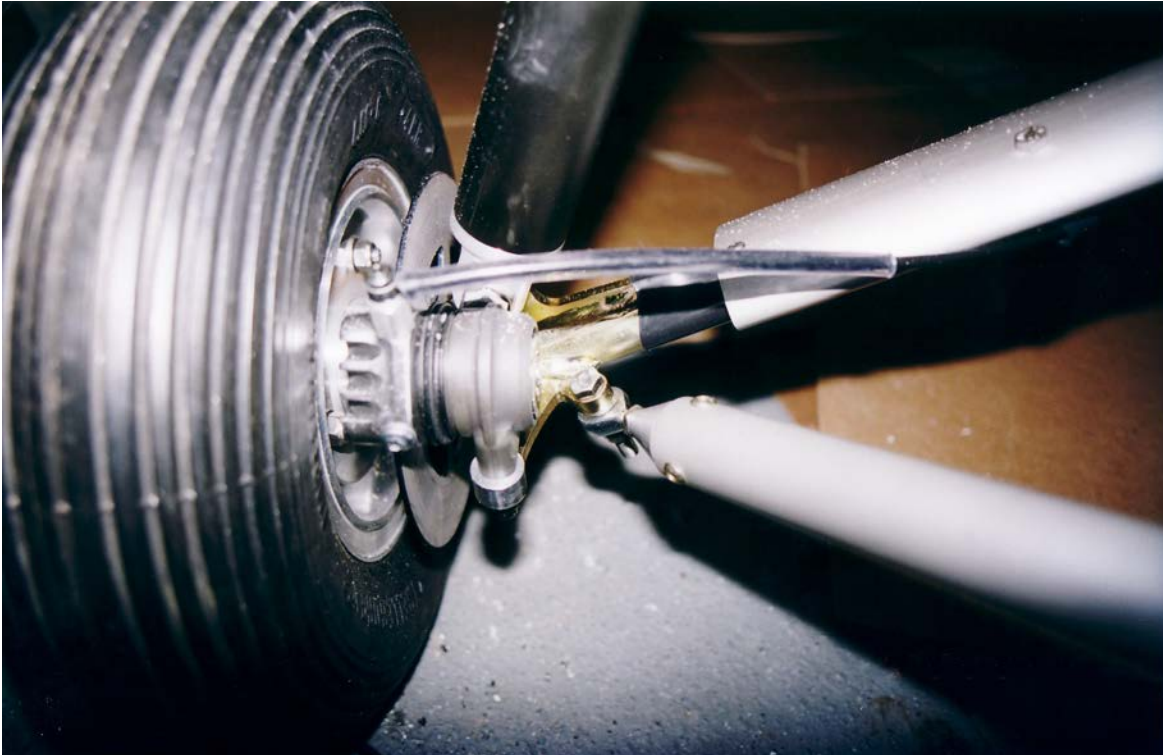
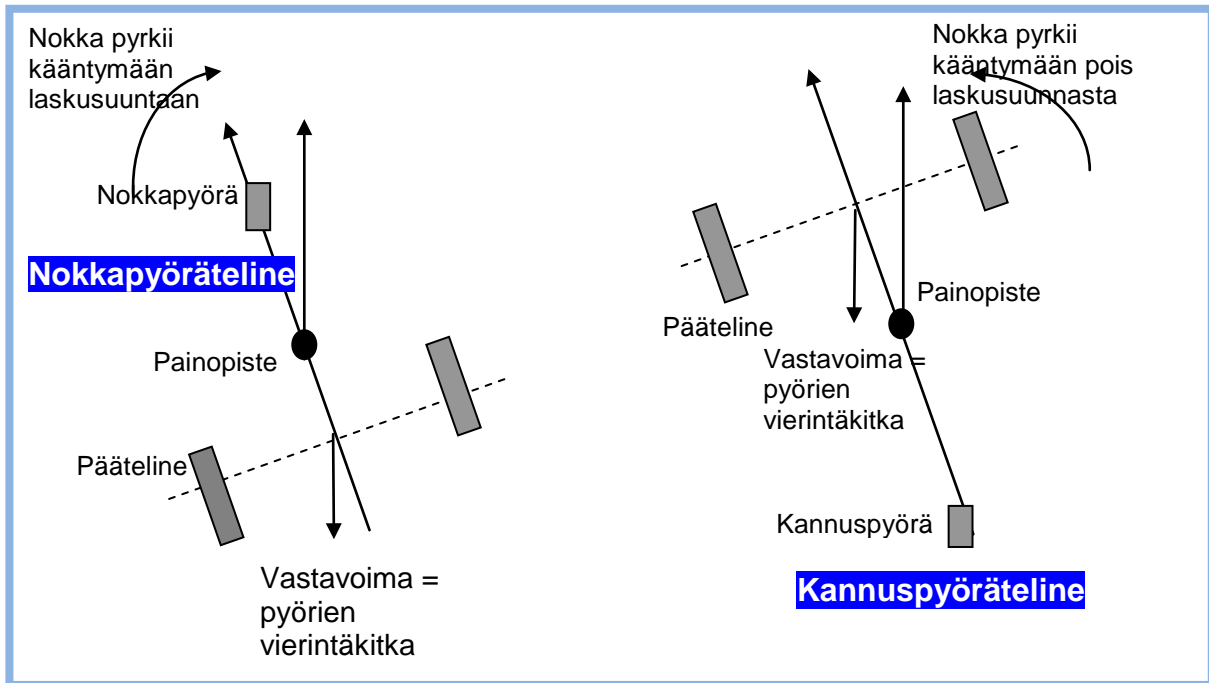
IKARUS C-42:n OHJAAMO



Ikarus C-42:n ohjaamo. © Alan Whitlock

- 1 = Ohjaussauva ja pyöräjarruvipu
- 2 = Sivuperäsinpolkimet (vaikuttavat myös nokkapyörään)
- 3 = Kaasuvipu (työnnä auki – vedä kiinni)

LASKUTELINERAKENTEET

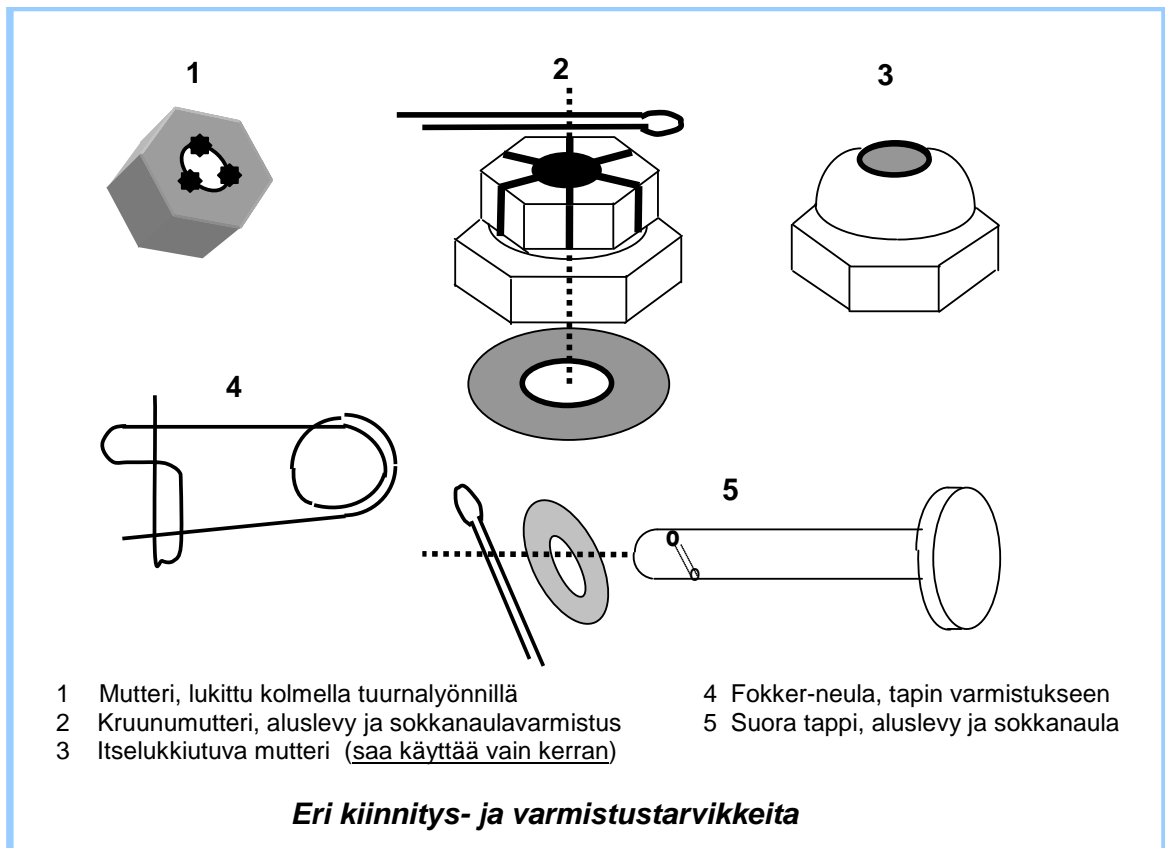
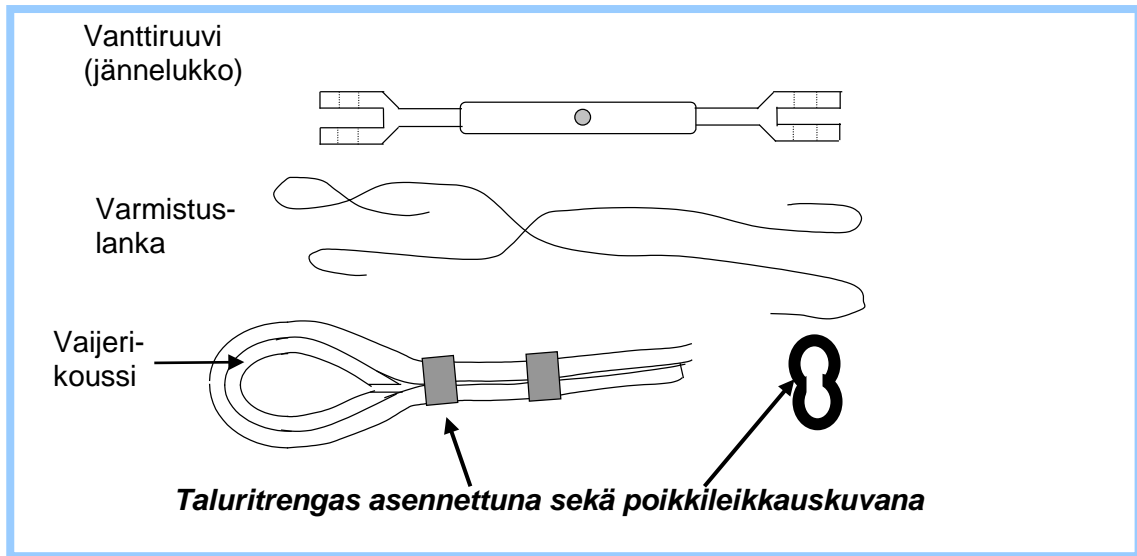


Ikarus C-42:n vasemman päätelineen pyörä takaa katsottuna, jossa on hydraulinen levyjarru. Käyttölaite vaikuttaa kumpaankin pyörään samanaikaisesti. Tarkastuksessa on todettava pyörän liikkuvuus, jarrupalojen ja -levyn kunto. © Alan Whitlock.



C-42:n vasemman päätelineen pyörä ja jarrulevy edestä katsottuna. Huomiota on myös kiinnitettävä akselin, reaktiotangon, ja iskunvaimentimen kiinnitykseen sekä kiinnityskorvakkeisiin.

Voimansiirtoon tarvittavia osia sekä kiinnitys- ja varmistustarvikkeita



LENTOKONERAKENTEIDEN LUOKITTELU

Rakenneosat on luokiteltu niiden turvallisuusnäkökohtien perusteella kolmeen ryhmään:

1) Primäärirakenteita ovat ne rakenneosat, joiden rikkoutuminen aiheuttavat välittömästi onnettomuuden, mm. seuraavat osat:

- a) siipisalot
- b) siipien ja vakaimien kiinnitykset
- c) ohjainpintojen kiinnitykset
- d) ohjainjärjestelmien useat osat
- e) raskaissa koneissa laskutelineet

2) Sekundäärirakenteita ovat ne rakenteet, joiden rikkoutuminen ei aiheuta välitöntä onnettomuutta, m.m.:

- a) rungon kaaret
- b) rungon verhoilu
- c) siipien kaaret
- d) siipien verhoilu

3) Tertiäärirakenteita ovat ne rakenteet, jotka eivät vaikuta välittömästi lentoturvallisuuteen:

- a) tarkastusluukut
- b) laskutelineluukut
- c) suojalevyt
- d) muotolevyt
- e) ohjaamon sisäverhous

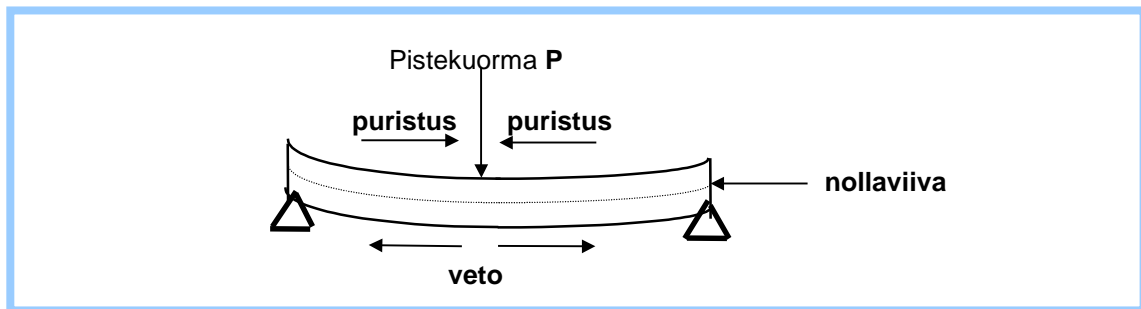
Eri jännitystilat: Rakenteen kuormittuessa siihen kohdistuu erityyppisiä voimia joiden vaikutukset voidaan jakaa eri jännitystiloihin. **Tärkeimmät jännitystilat ovat:**

- 1) veto
- 2) puristus
- 3) vääntö

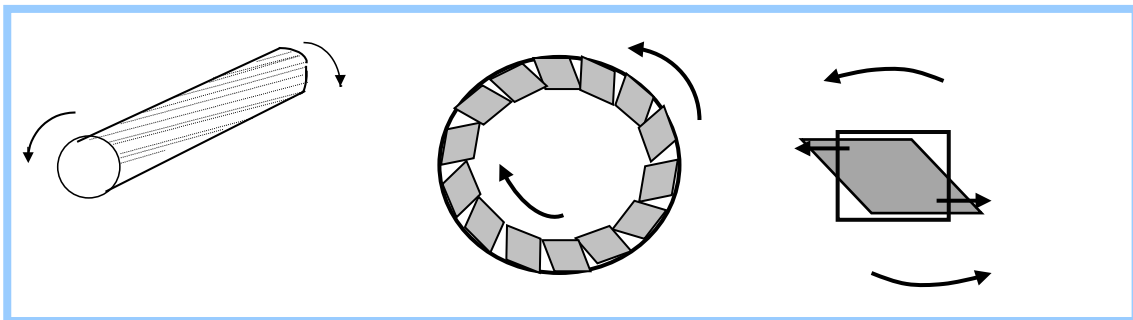
Lisäksi löytyy kaksi tapausta, joissa esiintyy yhdistettyjä jännitystiloja:

- 4) taivutus (sisältää sekä veto- että puristusjännitystä)
- 5) leikkaus

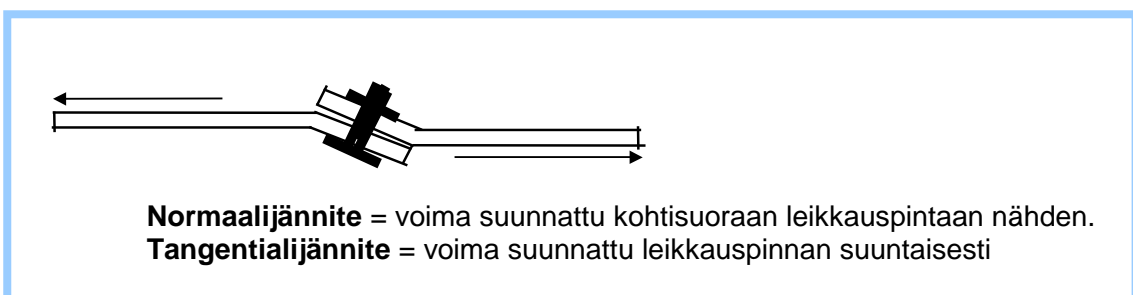
Taivutusjännitys:



Vääntö:



Leikkausjännitys:



RAKENNETAVAT: Lentokonerakenteet voidaan jakaa rakennetavan mukaan:

- 1) Kuorirakenne (Monocoque Construction)
- 2) Puolikuori-rakenne (Semi-monocoque Construction)
- 3) Ristikkorakenne (Framework Construction) esim. teräsputki- tai puurimakehikko
- 4) Sekarakenne (Mixed Construction)

PUOLIKUORIRAKENTEINEN RUNKO (lujitemuovimateriaali)



Puolikuorirakenteisen lentokonerungon sisätilaa. Seinämät on vahvistettu liimatuilla pituusjäykisteillä ja muotokaareilla (taaempänä). © Nils Rostedt 2008.

RISTIKKORAKENTEINEN RUNKO



Ristikkorakenteinen lentokonerunko edestäpäin katsottuna. © Nils Rostedt 2008.

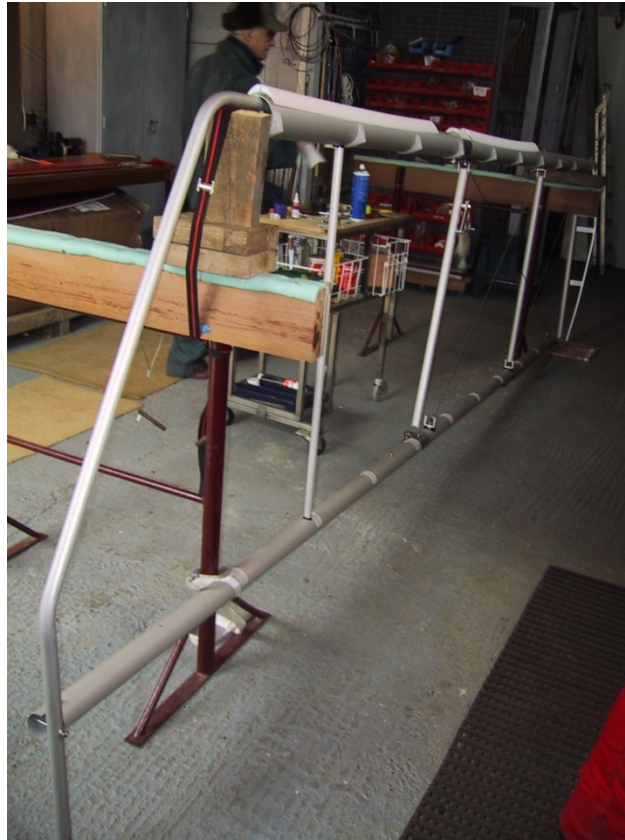
SEKARAKENTEINEN SIIPI

1. Siiven osat



Sekarakenteisen siiven salkoputket ja siivekkeiden sekä laskusiivekkeiden osat ennen kokoonpanoa. Materiaali on duralumiinia. © Alan Whitlock.

2) Sekarakenteisen ns. viritetyn siiven kokoonpano ja päällystys



Sekarakenteisen siiven kokoonpanon ensimmäinen vaihe, salkoputket ja poikittaiset putket kiinnitettyinä. Siipikaaret puuttuvat vielä. © Alan Whitlock



Siiven päällystysvaihe menossa jolloin valmis siipipussi pingotetaan kootun "kehysten" päälle. Siipikaaret pujotetaan siipikankaan sisäpuolella oleviin ommeltuihin taskuihin ja lukitaan paikoilleen. © Alan Whitlock

3) Sekarakenteisen koneen runko keskeneräisenä



Sekarakenteisen UL-koneen runko osittain koottuna. Rungon ympäri asennetaan lujitemuovinen kuori, joka antaa koneelle lopullisen muotonsa. Takarungosta puuttuvat vielä korkeusvakaaja, evä sekä peräsimet. © Alan Whitlock.

4) Kone valmiiksi koottuna



Ikarus C-42 valmiina katsastettavaksi. Siiven kiinnityskorvakkeiden lisäksi tukipisteitä on neljä kappaletta. © Alan Whitlock.

Ristikkorakenteinen runko, rakennusmateriaalina puu



Super Koalan runko koottuna. Kone edustaa pääosaltaan puusta liimattua ristikkorakennetta. © Markku Salminen 2008

Puolikuorirakenteinen puusiipi



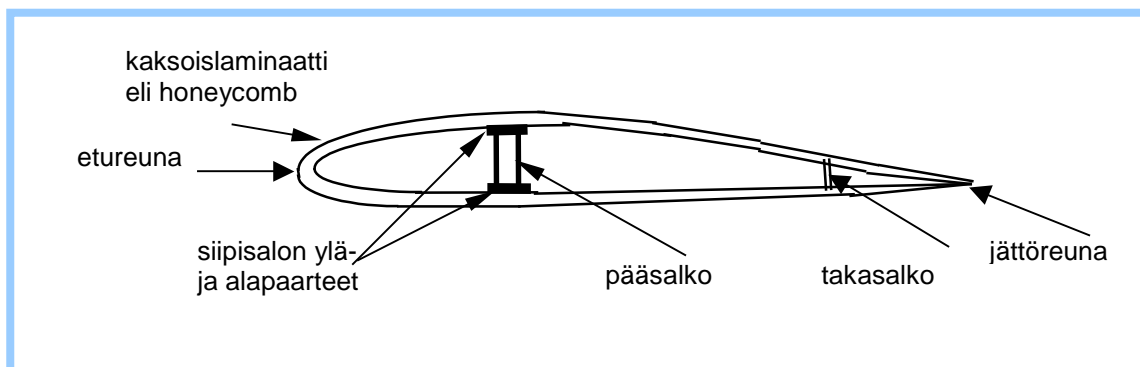
Puolikuorirakenteinen puusiipi. Se osa siipeä, joka alkaa pääsalosta ja päättyy etureunaan (kuvassa vasemmalla puolella), muodostaa putkimaisen ns. torsio-osan. Torsio-osa on vanerilla päällystetty ja antaa siivelle vääntöjäykkyyttä. © Nils Rostedt

Kuorirakenteinen lujitemuovista valmistettu siipi



Kuorirakenteinen lujitemuovista valmistettu siipi (TL Sting). Kuvassa vasemmalla näkyy laatikkomuotoinen pääsalko ja oikealla puolella laskusiiveke. © Nils Rostedt

Kuorirakenteinen siipi, poikkileikkaus

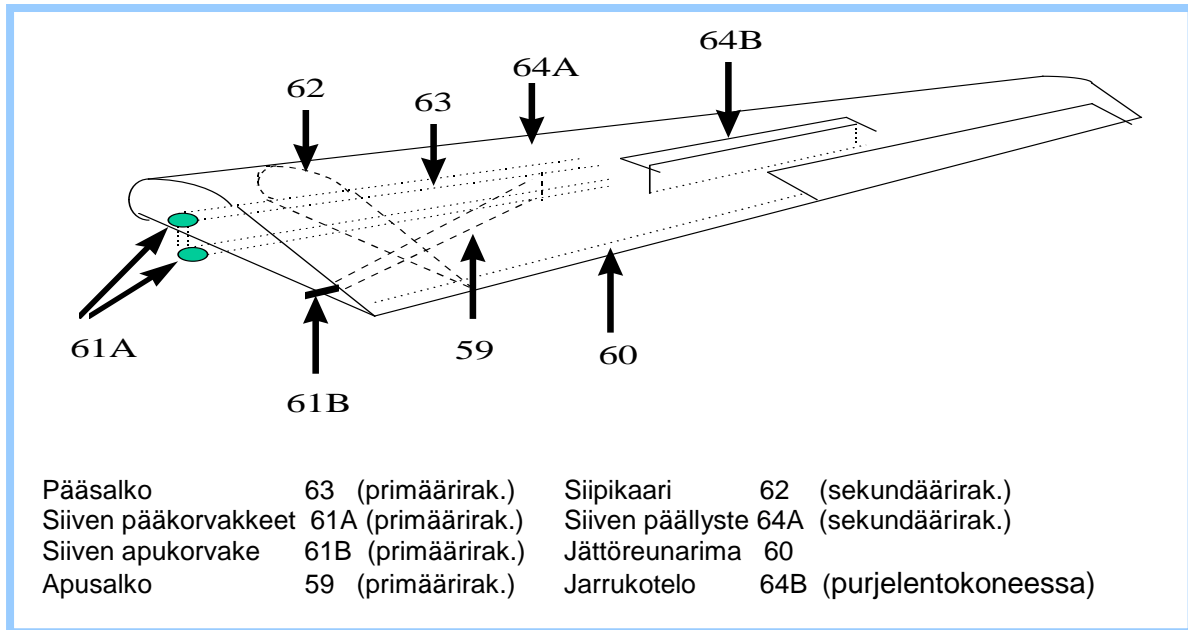


Metallirakenteinen siipi (puolikuorirakenne)

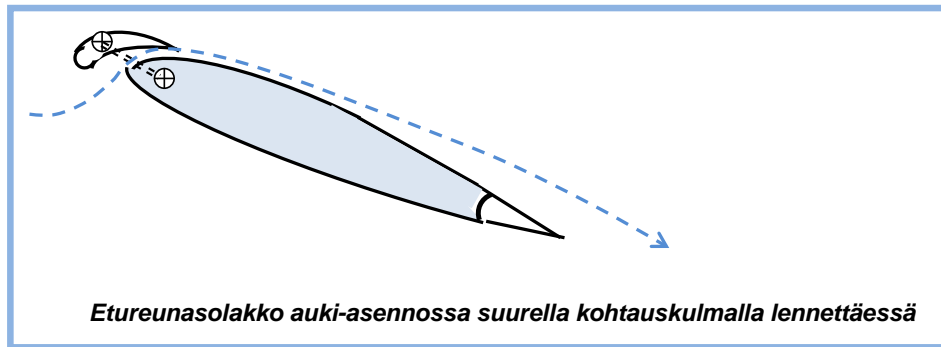


Metallirakenteinen siipi (puolikuorirakenne, ultrakevyt Eurofox) © Nils Rostedt

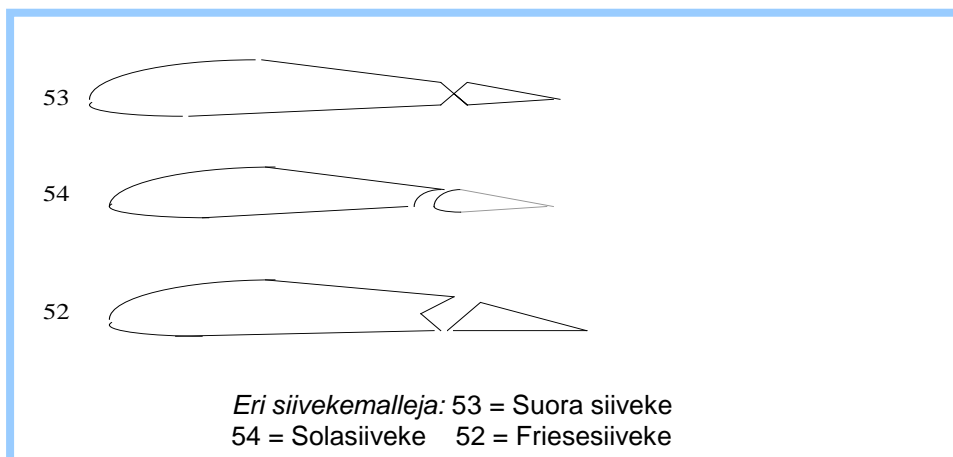
Puolikuorirakenteinen puusiipi



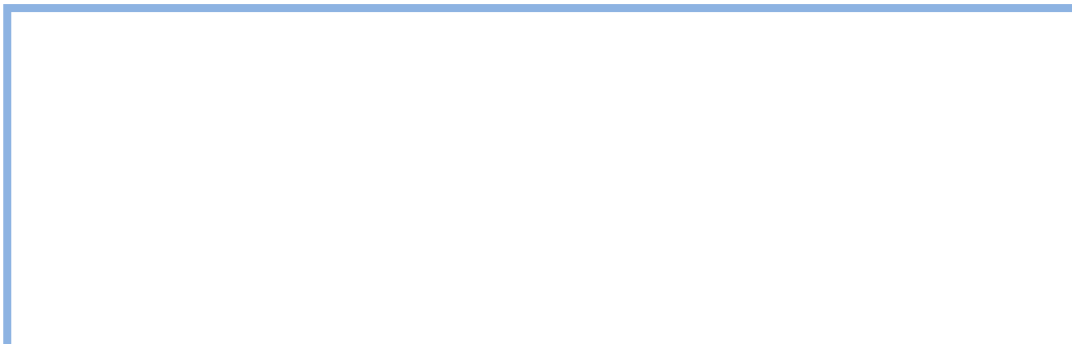
Etureunasolakko

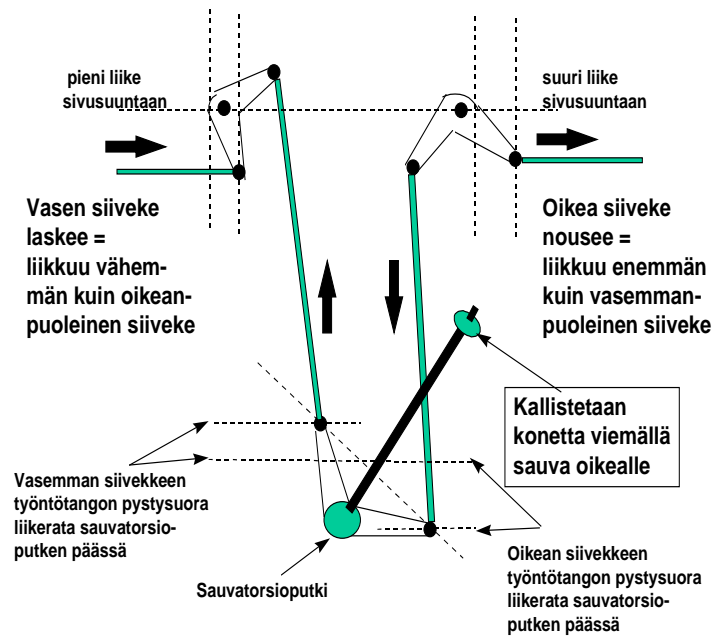


Eri siivekemalleja



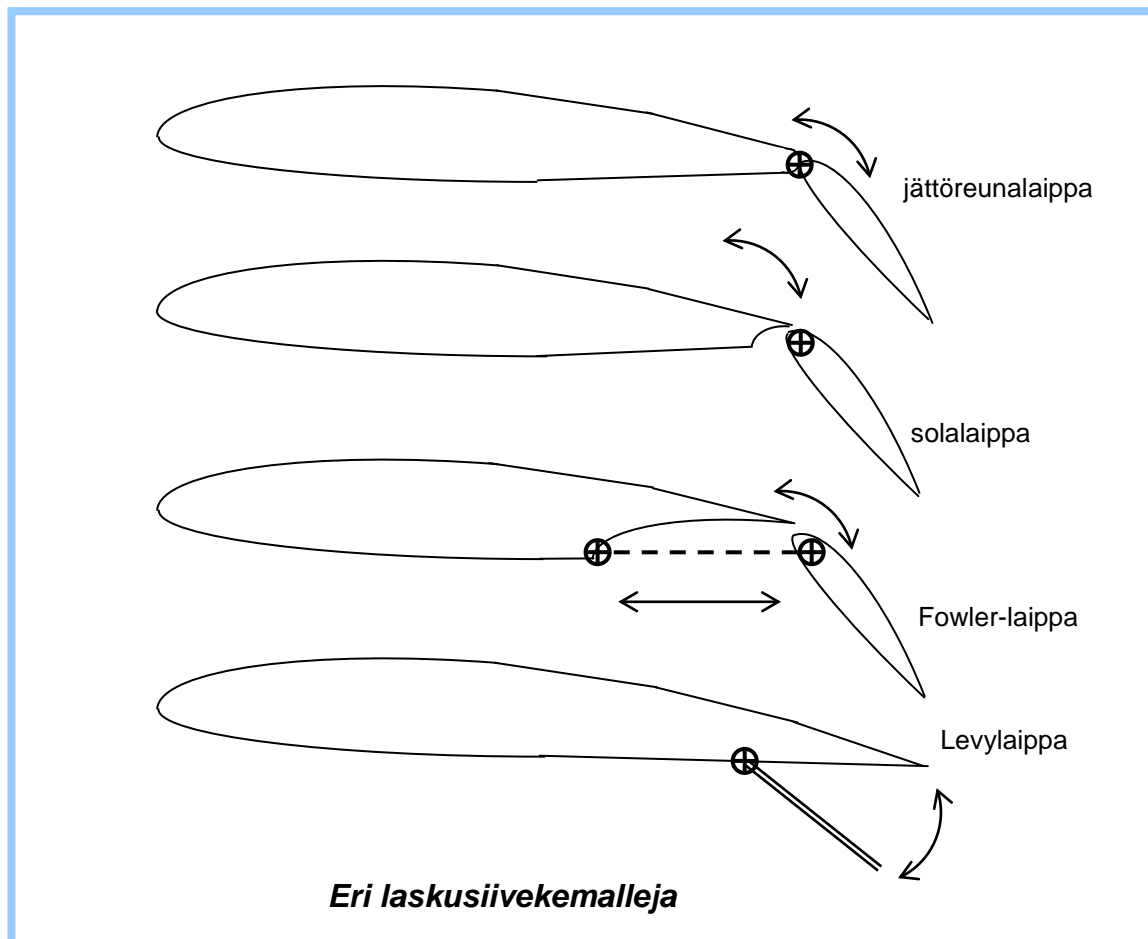
Siivekedifferentiali (siivekejarrutuksen vaimentamiseksi)





Siivekedifferentialin rakenne ja toimintaperiaate

Laskusiivekkeen parantavat koneen maadoitus ominaisuuksia sekä vähentävät koneen "liukkautta" lähestymisessä ja laskussa.



SIIPIEN JA RUNKOJEN VERHOILUKANKAAT

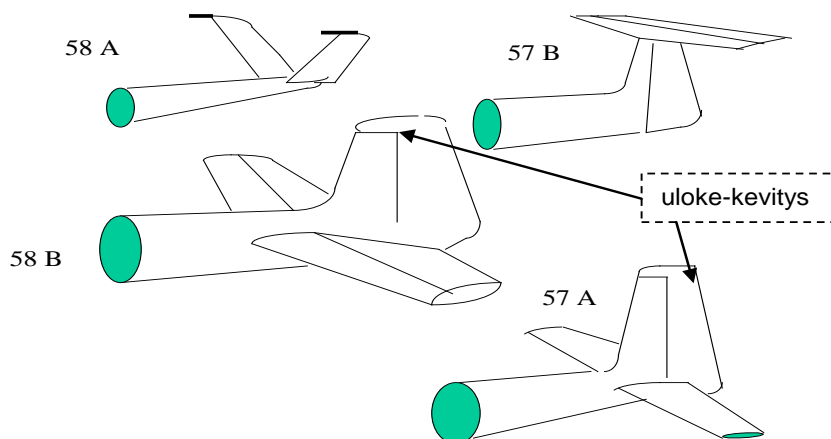
Useat verhoilukankaat ovat Dacron- tai Ceconite-tyyppiä

Verhoilukankaat heikkenevät auringon UV-säteilyn vaikutuksesta

Kankaat tulee testata viimeistään 3 vuotta käyttöönoton jälkeen

Sen jälkeen tehdään lujuuksesti vuositarkastuksen yhteydessä

LENTOKONEEN PYRSTÖN RAKENNEOSAT



Lentokoneiden eri pyrstörakenteita

57 A = pendeliperäsin (korkeusperäsin), jonka sivuperäsin on varustettu uloke-kevityksellä

57 B = T-pyrstö

58 A = V-pyrstö

58 B = normaali pyrstö

LENTOKONEEN LUJUUS:

= Kyky vastustaa ulkoisten voimien vaikutusta

STAATTINEN LUJUUS:

Kuormituskerroin (AIR M5-10: vähintään + 3,8 g ja -1,5 g).

AERODYNAAMISET VOIMAT:

- nostovoima
- vastus
- kiertävä momentti

AEROSTAATTISET VOIMAT:

= Ilmanpaine-erojen vaikutus

VÄRÄHTELYILMIÖT:

= Aerodynaamisten voimien jakautuminen ja rakenteen kimmoisuudesta johtuva ominaisvärähtely

RAKENNETTA HEIKENTÄVÄT TEKIJÄT

Kuluminen → liikkuvien osien puhdistaminen ja voitelu

Väsytysilmiö → vaihtelevasta kuormituksesta johtuva materiaalin haurastuminen

Syöpyminen → kemiallinen reaktio: metalli yhdistyy happeen, korroosio (merivesi vs. metallirakenteet)

Lahoaminen → biologinen hajoamisprosessi (bakteerit + kosteus)

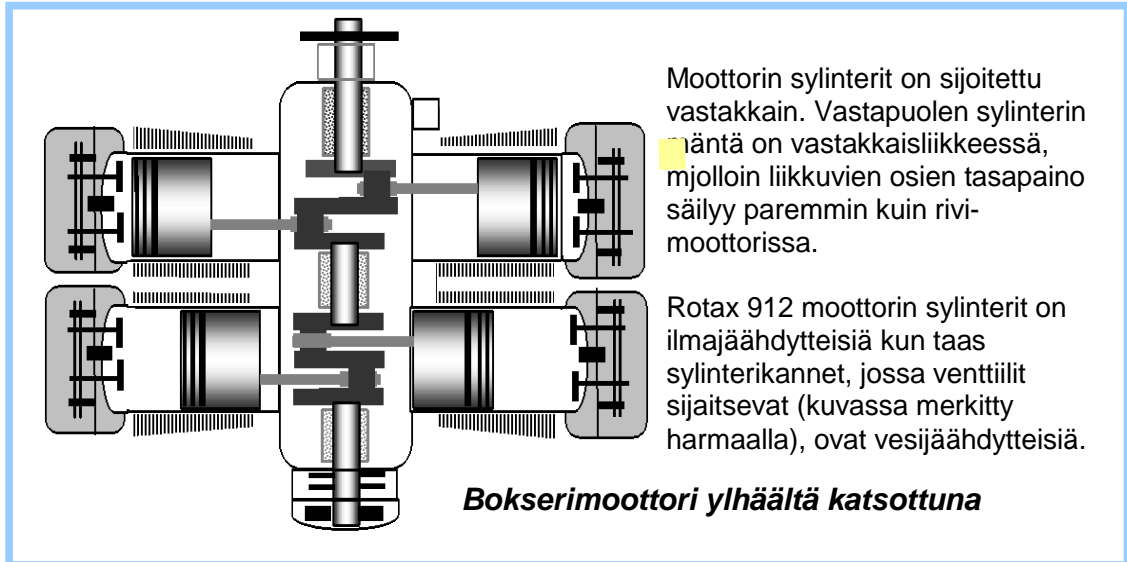
Kosteus → vahingoittaa maalipintoja, lujitemuovilaminaatteja sekä liimaussaumoja

Jäätyminen → kondenssivesi, joka tunkeutuu rakenteisiin ja aikaansaa halkeamia

Putkien lommoutuminen → nurjahdusvaara!

UL-LENTOKONEIDEN MOOTTORIT

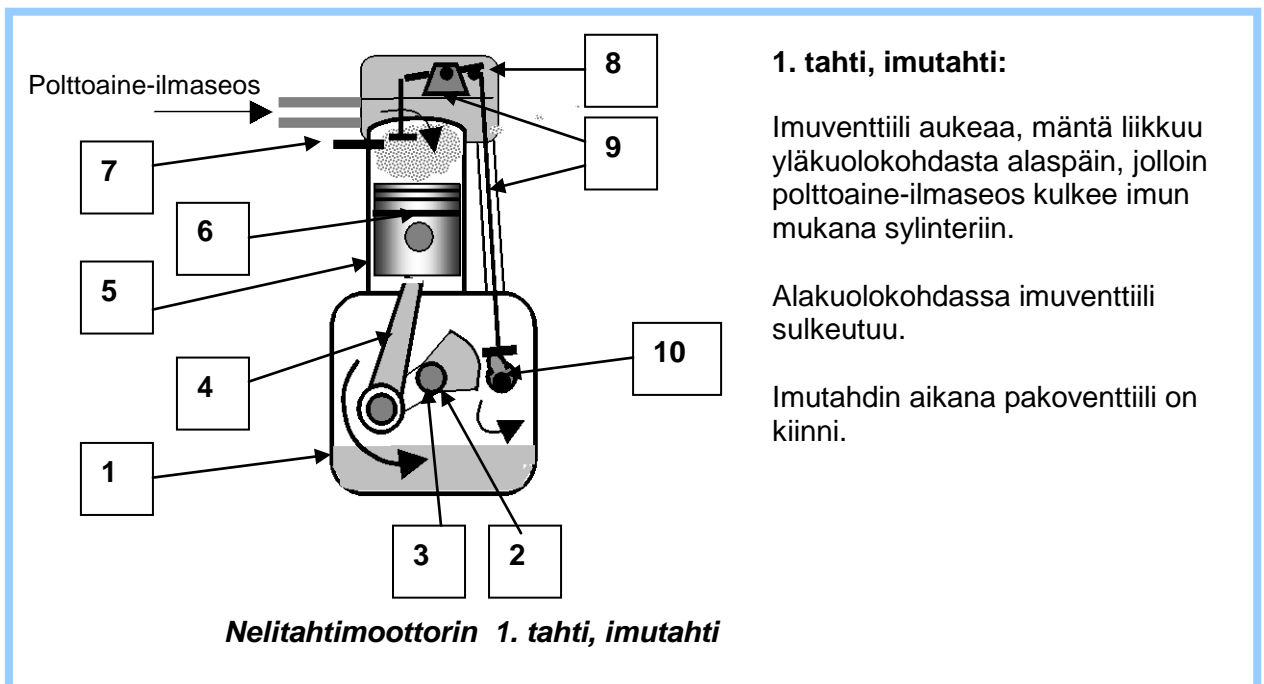
NELITAHTIMOOTTORIT



Moottorikokonaisuus muodostuu moottorin rungosta sekä apulaitteista

NELITAHTIMOOTTORIN TOIMINTAPERIAATE

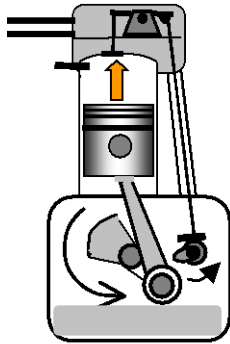
1. tahti = imutahti



Moottorin runko muodostuu seuraavista osista:

- 1 Kampikammio
- 2 Kampiakseli
- 3 Laakerit
- 4 Kiertokanki
- 5 Sylinteri (tai sylinterit)
- 6 Mäntä
- 7 Sytytystulppa
- 8 Sylinterikansi
- 9 Venttiilikoneisto
- 10 Nokka-akseli

2. tahti = puristustahti



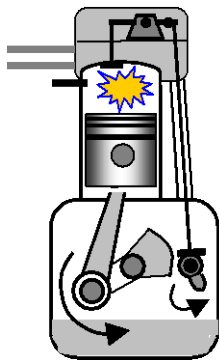
2. tahti, puristustahti:

Mäntä liikkuu ylöspäin kampiakselin liikkeestä.

Kummatkin venttiilit ovat kiinni.

Sylinterissä seos puristuu herkäksi syttyväksi.

3. tahti = työtahti



3. tahti, työtahti:

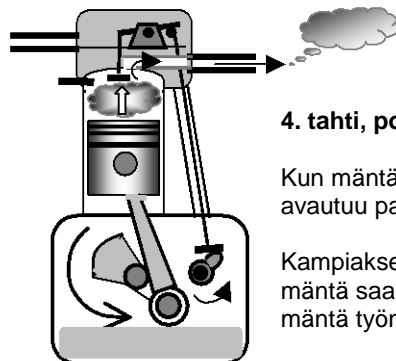
Sytytystulppa antaa kipinän, joka sytyttää kaasuseoksen hiukan ennen yläkuolokohtaa männän ollessa liikkeellä.

Sytytyksen ajoitusta ennen yläkuolokohtaa kutsutaan sytytysennakoksi.

Seos palaa nopeasti (räjähtää) ja antaa kyytiä männälle, joka liikkuu alaspäin. Kiertokanki välittää liikkeen kampiakseliin, joka jatkaa pyörimisliikettään.

Työtahdin aikana kummatkin venttiilit ovat kiinni.

4. tahti = poistotahti



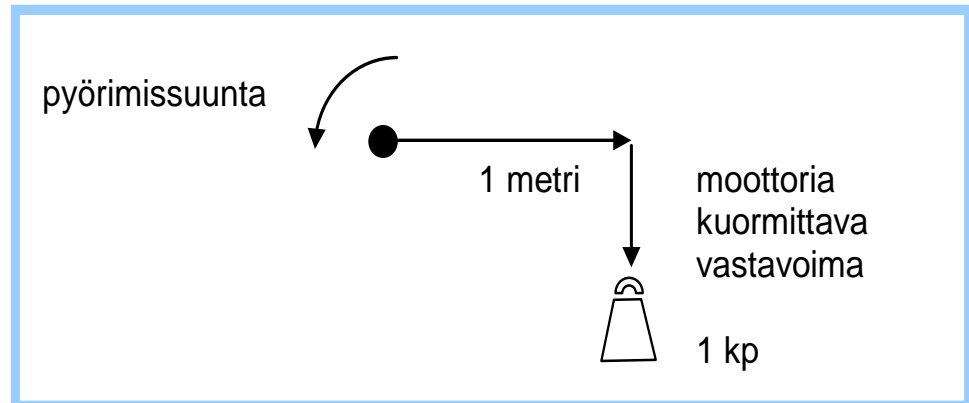
4. tahti, poistotahti:

Kun mäntä jälleen saavuttaa alakuolokohdan, avautuu pakoventtiili.

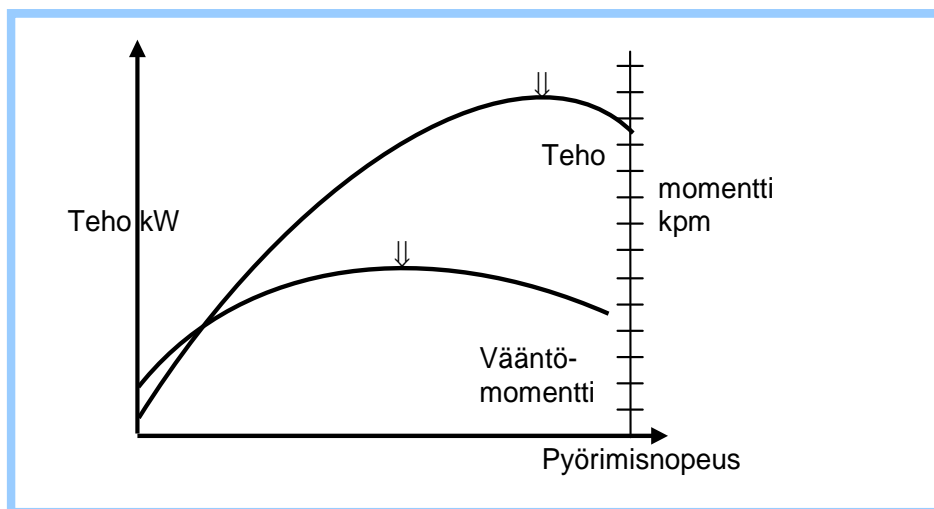
Kampiakselin pyörivä massa huolehtii siitä, että mäntä saa kyytiä ylöspäin uudelleen, jolloin mäntä työntää pakokaasut ulos sylinteristä.

Poistotahdin aikana vain pakoventtiili on auki

Moottorin vääntömomentti (määritelmä)



Pyörimisnopeuden ja tehon välinen suhde

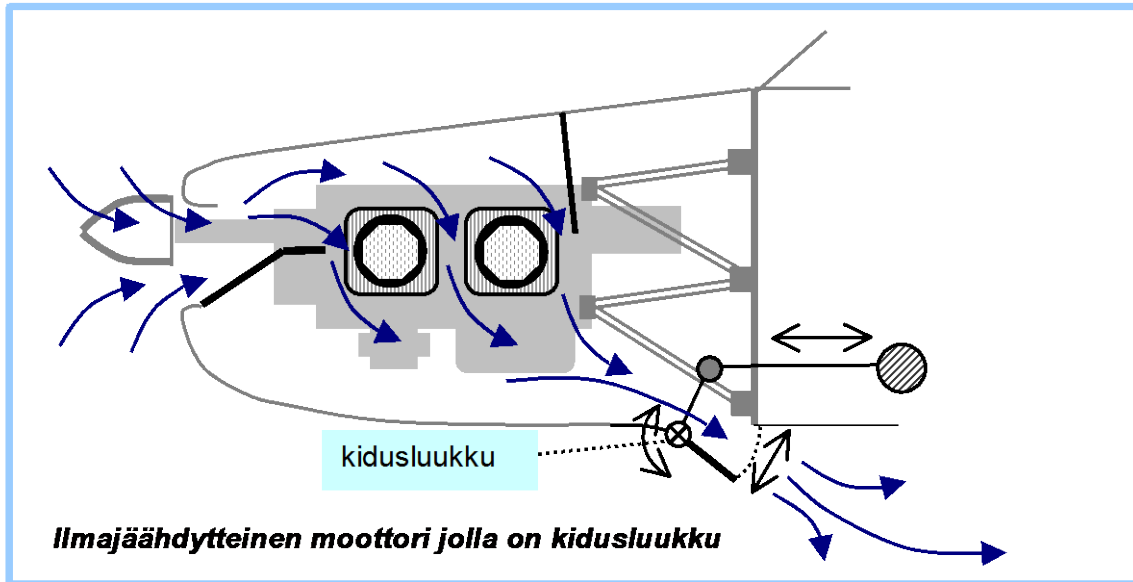


Teho = vääntömomentistä ja kierrosluvusta saadaan teho
= kilopondmetreinä per sekunti.

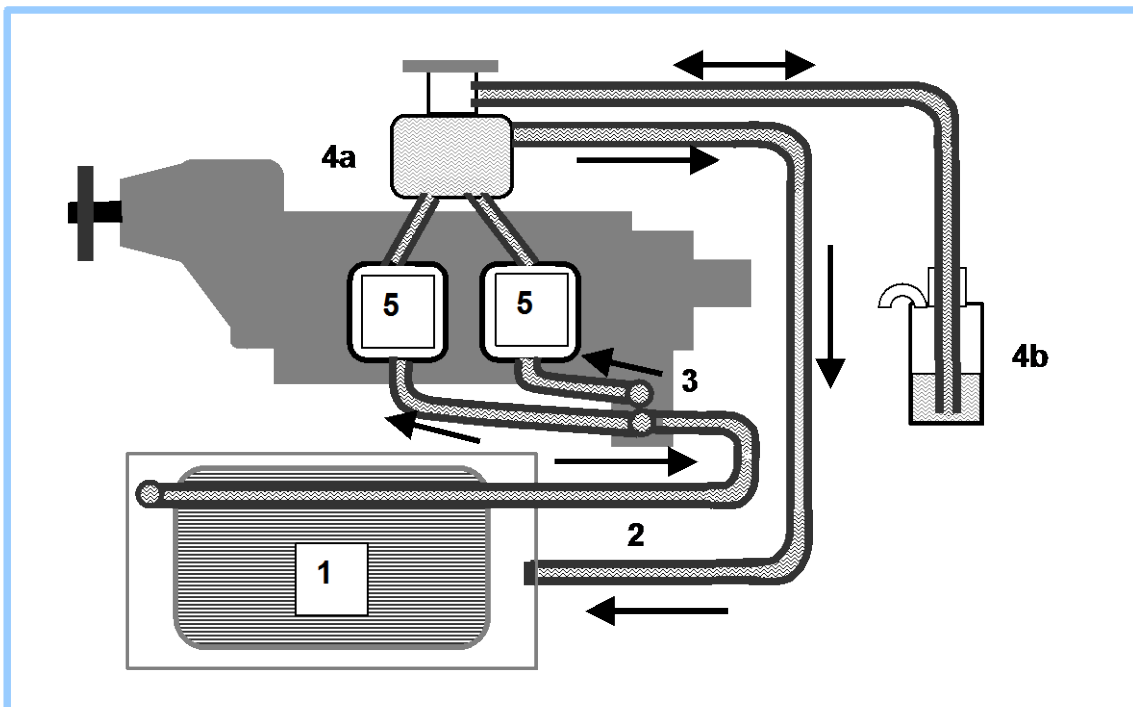
1 Hv = 75 kpm/sek

JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ

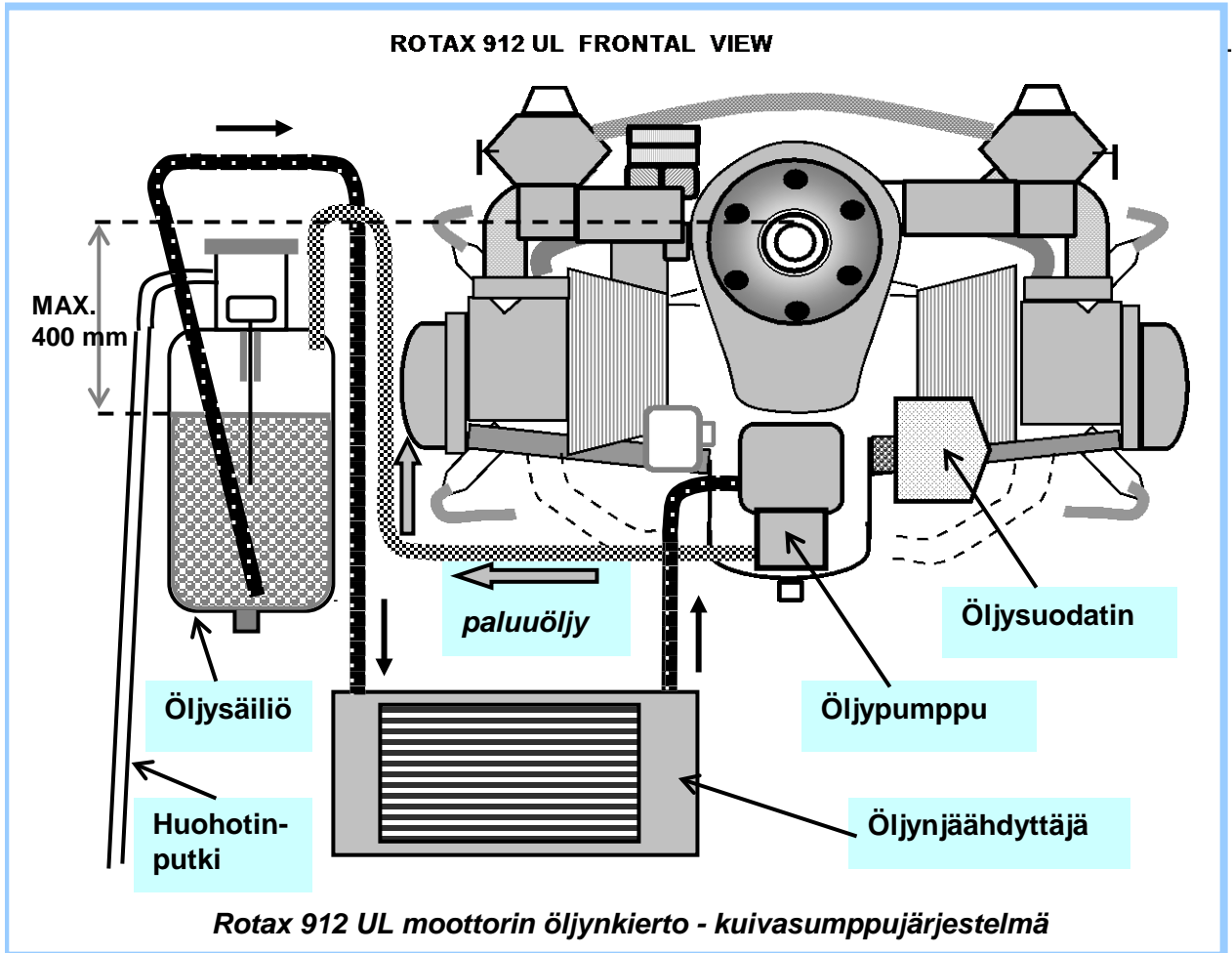
1. Ilmajäähdytys



2. Yhdistetty ilma- ja nestejäähdytys



VOITELUJÄRJESTELMÄ



Öljymäärän tarkistus R912:

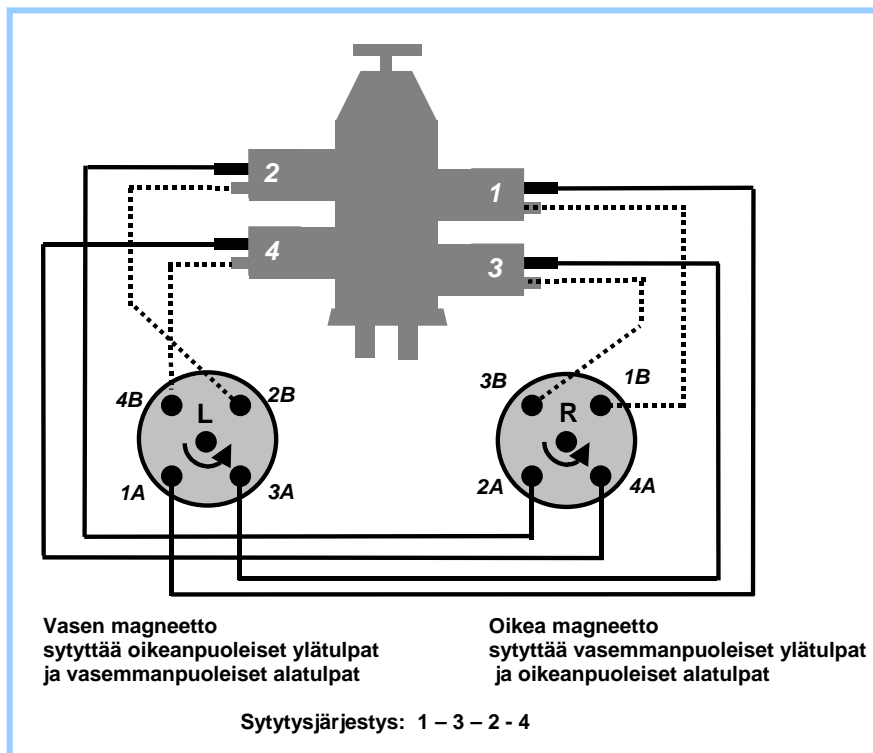
- pyöritetään moottoria hitaasti potkurista
- **pyöritä potkurin normaaliin pyörimissuuntaan!** (erittäin tärkeää)
- öljyn täyttöaukon kansi avattuna
- kunnes kuuluu että öljy kuplien palaa öljysäiliöön

Tällöin öljytikussa näkyvä määrä antaa oikeat tiedot.

SYTYTYSJÄRJESTELMÄ – Magneettosytytyksen toimintaperiaate

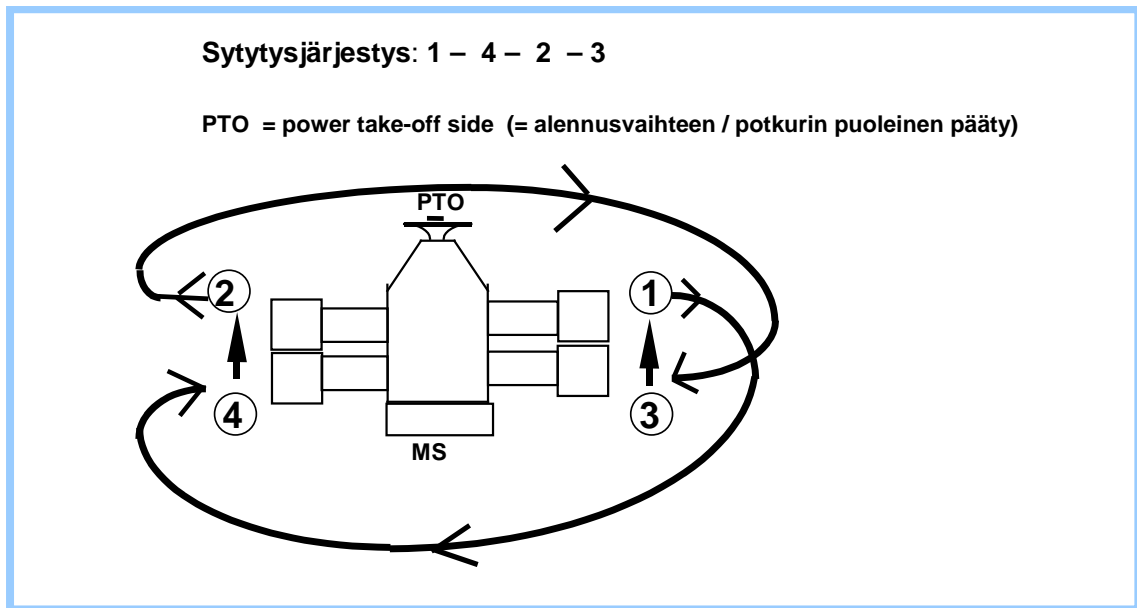
Lentokone moottorit on yleensä varustettu magneettosytytyksellä

Sytytysjärjestelmän tarkoituksena on sytyttää sylinterissä oleva puristettu ilma-/polttoaineseos palamaan oikealla hetkellä



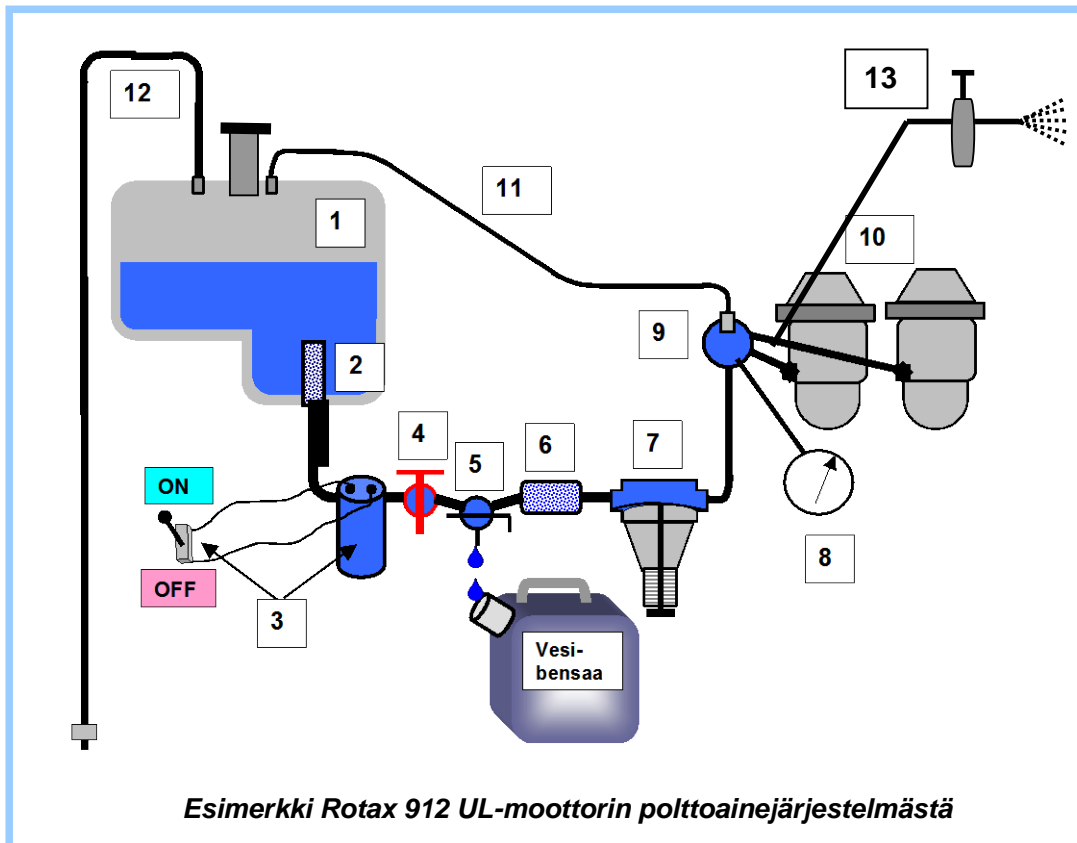
ROTAX 912:n KAPASITIIVINEN SYTYTYSJÄRJESTELMÄ

- kaksi erillistä mutta samanaikaisesti toimivaa sytytyspiiriä
- virtaa tuottaa vauhtipyörän sisällä oleva integroitu generaattori
- Sytytysimpulssit syöttävät kaksi generaattorissa olevaa sytytyskelaa
- syöttö jatkuu CDI-yksikössä olevan kondensaattorin purkauksella
- jännite johdetaan edelleen sytytyspuolien kautta sytytystulppaan

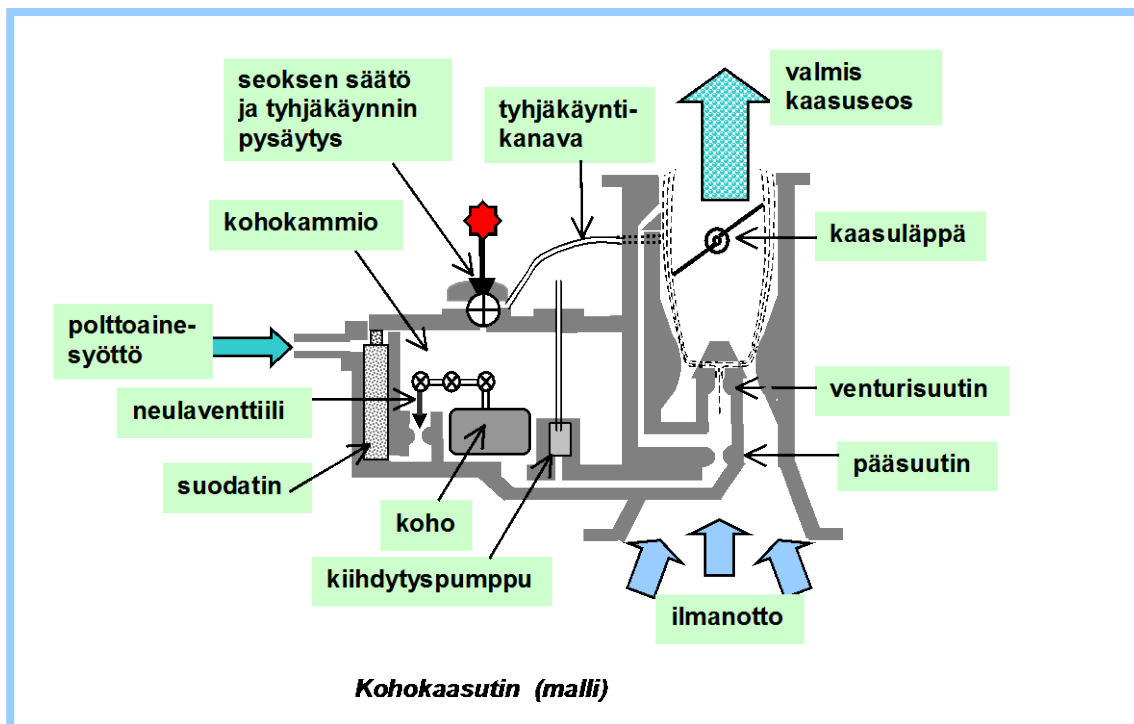


POLTTOAINEJÄRJESTELMÄ – järjestelmän osat:

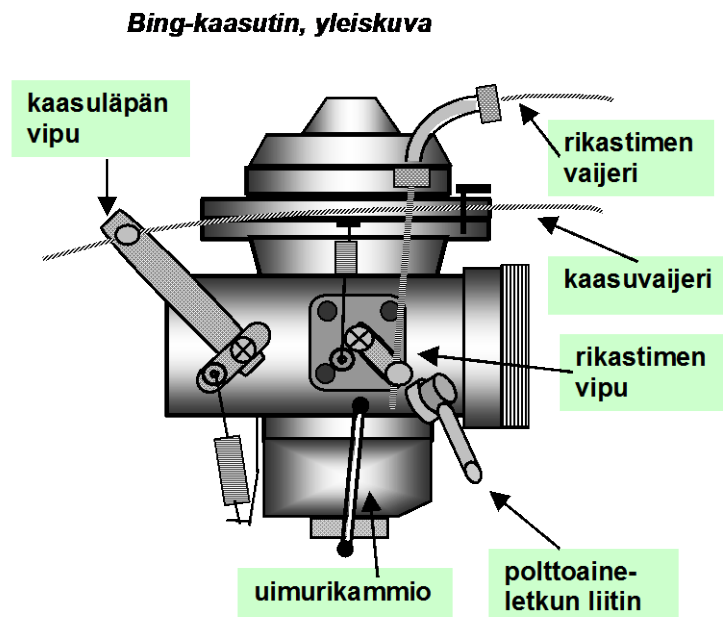
- 1 polttoainesäiliö
- 2 polttoaineen ottoputki ja siivilä
- 3 sähkökäyttöinen apupumppu ja käyttökytkin
- 4 valinta- ja sulkuhana
- 5 näytteenottohana
- 6 suodatin
- 7 mekaaninen polttoainepumppu
- 8 polttoaineen painemittari
- 9 jakoliitin ja paluulinjan suutin
- 10 kaasuttimet
- 11 paluulinja polttoainesäiliöön
- 12 huohotinputki (putki tankin paineentasausta varten)
- 13 rikastinpumppu (ei kaikissa koneissa)



Kiinteäkurkkuinen kohokaasutin (lentokonemoottorin kaasutin)

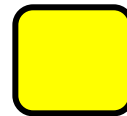


Muuttuvakurkkuinen kaasutin (Slide carburettor)



Virtausnopeus tämän kaasuttimen kurkussa on lähes vakio koko moottorin kierroslukualueella riippumatta moottorin kuormituksesta.

IMUILMAN LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ (etulämmitys)



- järjestelmä muodostuu lämmönvaihtimesta ja ohjausventtiilistä
- moottorikoneissa lämmitetty imuilma otetaan suodattimen ohi
- moottorikoneen lämmönvaihdin kehittää virtausvastusta
- virtausvastus rikastuttaa seosta ja nostaa polttoaineen kulutusta

Kaasuttimen jäätyminen ja etulämmitys (Carburettor Heat)

Imuilman lämmitystä käytetään silloin kun ilman suhteellinen kosteus on hyvin suuri.

Vaarallisimmat lämpötilat ovat **+ 4° → - 4° C**

Imuilman lämmitystä tulee käyttää etenkin liu'uissa ja moottori joutukäynnillä.

Lentoonlähdössä ja nousussa etulämmityksen tulee olla pois päältä.

Kaasuttimen jäätyminen syyt

- kaasuttimen jäätyminen johtuu nimenomaan ilman kosteudesta
- ilman sisältämä vesihöyry jäätyy kaasuttimen kurkkuun
- kaasuttimen kurkussa alipaine pudottaa seoksen lämpötilaa
- lämpötila voi laskea -20°C:een ulkoilman ollessa n. 0 °C

POLTTOAINEJÄRJESTELMÄT MUUT OSAT

- suodattimet (huolloissa tarkistettava tai vaihdettava)
- sakkakuppi (huolloissa tyhjennettävä ja puhdistettava)
- polttoainesäiliön huohotinputki (tukkeutunut putki voi sammuttaa moottorin)
- polttoainepumput (mekaaniset ja sähkökäyttöiset)
- putospaineella toimiva polttoaineen syöttö (ylätasokoneet), yleensä siipisäiliöiden ristisyötöllä

POTKURIT JA ALENNUSVAIHTTEET - yleistä

- potkurin tehtävänä on muuntaa vääntömomenttia työntövoimaksi
- potkurit kuuluvat aikavalvottuihin laitteisiin (valmistajakohtainen)
- potkurin keskiötä kutsutaan spinneriksi
- potkurin lapakulma on jyrkkä tyvessä ja loiva kärjessä

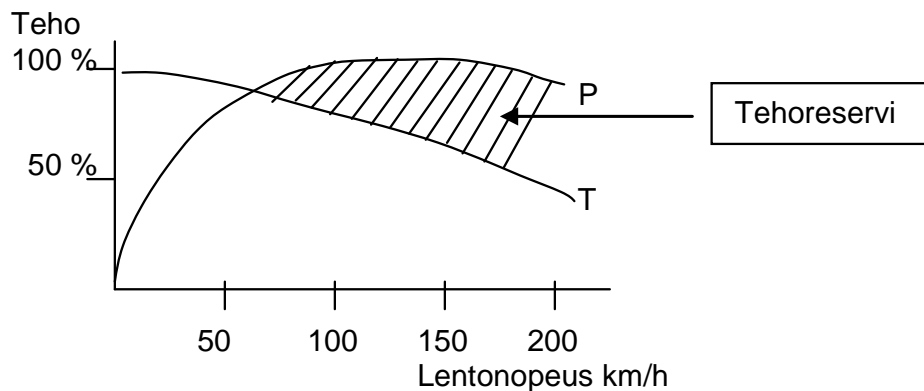
Potkurin tärkeimmät nimitykset ovat:

- potkurilavan profiili
- profiilin poikkijänne
- etureuna
- jättöreuna
- potkurilavan (kupera) selkäpuoli
- potkurilavan (litteä) otsapinta
- profiilin kohtauskulma
- potkurin työntövoima
- geometrinen ja kokeellinen nousu (teoreettisesti mitattu nousu)
- tehollinen nousu (potkurin eteneminen todellisuudessa)
- potkurin pyörimistaso
- lapakulma (verannollinen siiven asetuskulmaan)
- potkurin luisto (geometrisen ja tehollisen nousun ero)
- potkurilavan kierto
- potkurin hyötysuhde (saatu potkuriteho / moottorin akseliteho)
- potkurin lavan kärjen lähestyessä n. 700 km/t syntyy tehonhäviö

Työntövoiman ja tehon riippuvuus lentonopeudesta -
lentokoneen suoritusarvot riippuvat:

- a) tarvittavan tehon ja
- b) saatavilla olevan tehon välisestä suhteesta

Esillä olevat käyrät kuvaavat tätä asiayhteyttä:



Käyrä (P) edustaa käytettävissä olevaa moottoritehoa ja (T) tarvittavaa työntövoimaa

Lapakulman vaikutus:

- lentoonlähdessä ja nousussa tarvitaan loivaa lapakulmaa
- matkalennolla on edullista lentää suurella lapakulmalla
- kiintopotkuri on näiden seikkojen kompromissi

Potkurin tekninen kunto:

- likainen ja kulunut potkuri aiheuttaa tehonhäviöitä
- muutaman gramman epätasapaino lavan kärjessä voi aikaansaada muutaman kilon epätasapainon potkurin akseliin
- puupotkuri ei kestä sadevettä ilman etureunan vahvikkeita

Alennusvaihteet:

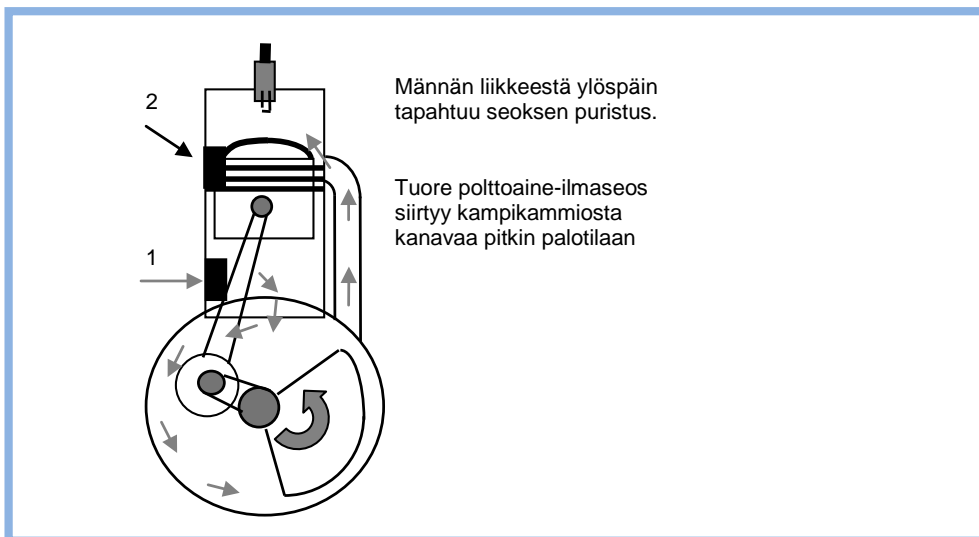
- alennusvaihteet kuuluvat aikavalvottuihin laitteisiin
- kiilahihnavaihde / moniurahihnavaihde / hammashihnavaihde
- koteloitu hammapyörävaihde

Rotax 912:n alennusvaihde toimii samassa öljytilassa kuin kampikammio

R 912-moottorin lämmitys- ja jäähdytyskäyttö:

- kylmällä moottorilla ei saa lähteä lentämään
- lämmityskäyttö vähintään 2 min. ja 2000 rpm, sen jälkeen 2500
- kun öljyn lämpötila on kohonnut +50°C kone on valmis lähtöön
- lennon jälkeen vilkkaalla tyhjäkäynnillä n. 1 min. laskun jälkeen

KAKSITAHTIMOOTTORIT



Kaksitahtisessa moottorissa tahdit on yhdistetty pareittain:

Ensimmäinen tahti: imutahti ja samanaikaisesti työtahti

Toinen tahti: puristustahti ja samanaikaisesti poistotahti

Moottorivalvontamittarien seuranta (R 912):

- sylinterinpään lämpötila (hälytysrajana 120 °C käytännössä)
- öljyn lämpötila max. 90 - 110°C
- öljynpaine (alaraja 0,8 bar, yläraja 7 bar, normaali 2 – 5 bar)
- pakokaasun lämpötila (600 °C ?)
- latausjännite (13,5 – 14,2 V)
- latausvirta (max. noin 18 A ?)

Rotax 912:n käyttörajoitukset:

Jatkuva suositeltava kierrosluku max 5000 rpm

Taloudellinen tehoasetus n. 4400 – 4800 rpm

Lentorajoitus:

Negatiivinen kuormituskerroin max. 5 sek.

Maksimi poikkeama koneen pysty akselista 40° (voitelu!)