



**HP/NLF**

**Kurssimateriaali  
(mvl/mrl)**

**Varjo-/riippuliito  
apumoottorilla**

## Sisällys

2	Moottorioppi.....	4
2.1	Moottori.....	4
2.2	Sytytysjärjestelmä.....	6
2.3	Polttoaine.....	8
2.4	Polttoainejärjestelmä.....	8
2.5	Potkuri.....	11
3	Käytännön lentotoiminta apumoottorilla.....	15
3.1	Meteorologia.....	15
3.2	Käytännön harjoitukset.....	15
4	Lait ja säännöt.....	20
4.1	Yleistä.....	20
4.2	Rajoitukset.....	20
4.3	Varusteet.....	22

## 1.1 Johdanto

Apumoottorin käyttäminen varjo-/riippuliidossa antaa vapaammat mahdollisuudet valita lentopaikka ja -aika. Se antaa uusia lentomahdollisuuksia tasamaa-alueilla, joissa termiikkiolosuhteet ovat harvoin hyviä, se antaa mahdollisuuden käynnistää moottori ja lentää sen avulla uusille nostoalueille sen sijaan, että joutuisi tekemään maastolaskun. Kun lentomahdollisuuksia on enemmän, myös lentotunteja kertyy enemmän ja näin pilotin varmuus kasvaa.

Tämä koulutusmateriaali on tarkoitettu teoriapohjaksi varjo-/riippuliittäjille, jotka haluavat saada mvl-/mrl-kelpoisuuden, ja kattaa seuraavat osuudet:

- moottorioppi
- meteorologia ja käytännön lentäminen
- lait ja säännöt.

Kurssimateriaalin on tehnyt HP/NLF:n mvl-komitea, johon ovat kuuluneet seuraavat henkilöt:

- Oddvar Eikeset: HP/NLF:n tieto- ja turvallisuuskomitean jäsen, Para Pro 5, vl-opettaja
- Ronny Helgesen: HP/NLF:n koulutuskomitean jäsen, Para Pro 5, vl-opettaja
- Even Birkeland: lentolupakirja, Para Pro 3 01.04.1999
- Edvard Hole: HP/NLF:n hallituksen jäsen 1997–1998, Para Pro 5, vl-opettaja
- Jan Wigernes: Para Pro 5

Riippuliittoon (mrl) sovittaneet:

- Knut Ulvøy Johansen: Safe Pro 5, rl-opettaja
- Tommy Ødegård: Safe Pro 5, rl-opettaja
- Erlend Larsen: Safe Pro 5

Lähdemateriaali:

- Mikrofly ABC, luku 5 – Motor og propell.
- Luftfartsbrevskolen kurs 1092: Fly- og motorlære, brev 3: Motor
- Werner Johannessen: Hanggliding
- Suomennos HP/NLF:n luvalla/ Pia von Essen / Jari Takanen

Tätä kurssimateriaalia tai sen osia ei saa kopioida ilman HP/NLF:n lupaa.

03.03.99

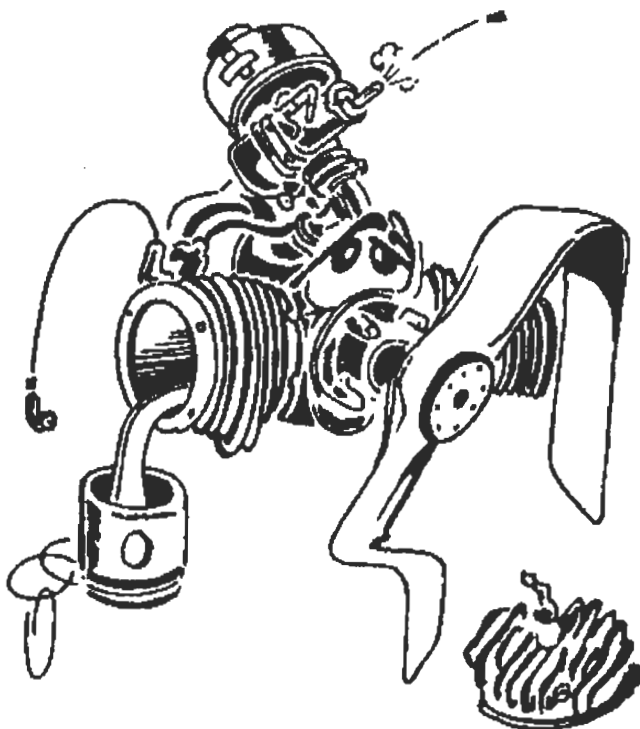
Oddvar Eikeset, FSK/PG

## 1.2 Versiot

Alla oleva taulukko osoittaa, mikä on viimeisin voimassa oleva versio. Kun materiaalia päivitetään, myös alla oleva taulukko päivitetään versionumerolla, päivämäärillä ja nimikirjoituksella.

Versionumero	Julkaisupäivä	Päivämäärä/nimikirjoitus
03	03.03.1999	03.03.1999 Oddvar Eikeset
1.0	23.02.2000	23.02.2000 Even Birkeland
1.0 - 1	11.09.2000	11.09.2000 Knut U. Johansen

## 2 Moottorioppi



### 2.1 Moottori

#### 2.1.1 Kaksi- vai nelitahtimoottori

Käytännöllisesti katsoen kaikki moottorit, joita käytetään autoissa ja perinteisissä pienlentokoneissa ovat nykyisin nelitahtimoottoreita. Se tarkoittaa, että jokaisessa sytytyskierrossa on neljä eri vaihetta eli tahtia.

Useimmat veneiden perämoottorit, samoin kuin useimmat ultrakeveiden lentokoneiden moottorit sekä varjo-/riippuliitäjien apumoottorit, ovat sen sijaan kaksitahtimoottoreita. Kun männän alaosa toimii imupumppuna, joka nostaa polttoaineseosta sylinteriin, kokonaisen sytytyskierron aikaansaamiseksi riittää kaksi työtahtia.

Samana suorituskyvyn nelitahtimoottoriin verrattuna kaksitahtimoottori on kevyempi, pienempi ja halvempi. Valitettavasti se on myös heikompi, meluisampi ja kuluttaa enemmän bensiiniä. Tässä vaiheessa varjo-/riippuliitomoottorien kehitystä kaksitahtimoottorin edut voittavat vielä sen haitat, mutta tulevaisuudessa näyttää siltä, että nelitahtimoottorien suosio kasvaa niiden alhaisemman melutason, matalamman polttoaineenkulutuksen ja pidemmän huoltovälinsä ansiosta. Joskin nelitahtimoottorin huonoihin puoliin on laskettava suuri paino sekä suhteellisen heikko teho.

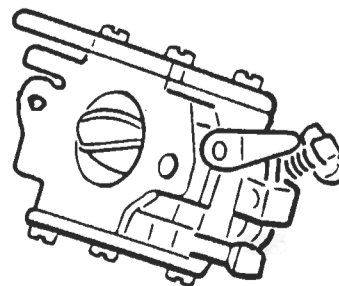
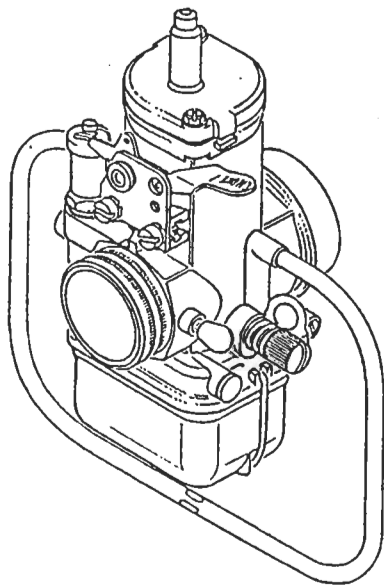
### 2.1.2 Kaksitahtimoottorien tyyppejä

Käytössä on paljon erilaisia moottoreita, sillä löytyy yksi-, kaksi-, kolmi- ja nelisyylinterisiä moottorityyppejä. Sylinterit voivat olla pysty- tai vaaka-asennossa, tähti- tai rivijärjestyksessä. Koska yksisyylinterisen moottorin kuormitus on pakostakin suhteellisen kovaa, suuntaus kulkee yhä enemmän kohti kaksisyylinterisiä moottoreita. Kun sytytys ja sylinterit tekevät työtä vuorotellen, saavutetaan parempi teho ja tasaisempi käynti, kun männät liikkuvat eri suuntiin. Muunnelma tästä on bokserimoottori, jossa sylinterit ovat vaakatasossa ja männät liikkuvat vastakkaiseen suuntaan, mutta sytytys tapahtuu yhtä aikaa molemmissa sylintereissä.

Päinvastoin kuin nelitahtisissa, joissa voitelu tapahtuu kierrättämällä öljyä moottorissa pumpulla, kaksitahtimoottorien voitelussa öljy sekoitetaan suoraan bensiiniin. Tämän ansiosta moottori voidaan kasata mikä puoli hyvänsä ylöspäin sen mukaan, vaatiiko rakenne akselointia ylös vai alas. valinta on vapaa, sytytystulpan on oltava ylimmäisenä niin, että öljy ja bensiini eivät valu sen päälle, kun moottori seisoo maassa.

Tavallisesti moottoreissa on yksi kaasutin. Kaasutin yhdistetään kampikammioon venttiilillä, jonka ansiosta polttoainevirta kulkee vain yhteen suuntaan eli kampikammioon. On olemassa kolme erilaista järjestelmää: yhdessä käytetään mäntää venttiilinä, yhdessä käytetään yksisuuntaista läppäventtiiliä ja yhdessä käytetään kampiakseliin kiinnitettyä pyöreää jakolevyä, jossa on syöttöreikä. Jos mäntää käytetään venttiilinä, kaasutin on sylinterin alemmassa osassa, jos käytetään läppä- tai pyörivää jakolevyä, kaasutin on kampikammiossa.

#### Bing – luistikaasutin



Walbro – kalvokaasutin

### 2.1.3 Kaksitahtiperiaate

Kun mäntä nousee alimmasta asennostaan, imuportti aukeaa ja imukanavat sulkeutuvat. Männän alla olevaan tilaan syntyy alipaine, ja bensiini ja ilman seos imetään kaasuttimesta sisään kampikammioon. Kun mäntä sitten nousee, pakokanava sulkeutuu ja ilmaseos männän yläpuolella puristuu kokoon.

Kun mäntä on yläasennossa, sytytystulpan kipinä sytyttää seoksen, polttoaineen ja ilman seos räjähtää ja painaa männän alas.

Alas painuessaan mäntä avaa pakokanavan niin, että laajentunut, poltettu kaasu pääsee poistumaan. Imukanava sulkeutuu niin, että kampikammiossa oleva seos puristuu kasaan. Imukanavat, joita on kaksi tai useampia, aukeavat niin, että seos johdetaan männän yläpuolelle. Silloin mäntä saavuttaa ala-asennon ja kierros alkaa alusta.

Kun mäntä on kuolleessa asennossa eli niin, että siihen ei vaikuta mikään voima, liikettä pitää yllä kampiakseli, jossa on painava heiluriipyörä.

Kaksitahtimoottoreissa on haitta puolensa. Mm. niiden melutaso on korkeampi kuin nelitahtimoottoreissa seuraavista syistä:

1. potkuri, erityisesti lavan kärki.
2. Pakojärjestelmä. Useammat sylinterit pitävät ääntä tasaisemmin, jolloin melu ei tunnu niin korviaraastavalta. Melua voidaan vähentää, mutta se tapahtuu painon, hinnan ja useimmiten myös suoritustehon kustannuksella.
3. mekaaninen melu. Laakerit, vaihteet, ketjut ja käytännössä kaikki liikkuvat osat pitävät ääntä.
4. melu kaasutinimusta. Tämä on merkittävä melun aiheuttaja, koska imuportti aukeaa ja sulkeutuu monta tuhatta kertaa minuutissa.
5. jäähtytys ja muita osia kiertävän ilmavirran aiheuttama melu.

Kaksitahtimoottorit ovat myös yleensä lyhytikäisempiä kuin nelitahtimoottorit, sillä niissä kierroslukujen aiheuttama kulutus on kovempaa.

Kaksitahtimoottorit vaativat voiteluöljyn sekoittamisen polttoaineeseen. On erittäin tärkeää noudattaa ohjeita sekoitussuhteesta, jotta vältetään tarpeetonta kulumista ja saavutetaan hyvä suoritusteho ja hyvät käynnistysominaisuudet.

Mitä useampia sylintereitä kaksitahtimoottorissa on, sitä tasaisemmin se käy. Tavallisimmin varjo-/riippuliitimen apumoottoreissa on yksi tai kaksi sylinteriä.

### 2.1.4 Moottorin alennusvaihdde

Alennus tapahtuu ketjuilla, hammaspyörillä, moniurahirnoilla, kiilahirnoilla tai hammashirnoilla samalla tavoin kuin auton moottoreissa. Alennusvaihteiden kanssa on ollut jonkin verran ongelmia, mutta nämä ovat vähentyneet sitä mukaa kuin on siirrytty laadukkaampiin rakenteisiin. Jotkin moottorinvalmistajat myyvät moottoreita, joissa on sisäänrakennettu alennusvaihdelaatikko.

Moottorin hyötysuhde tarkoittaa moottorin suoritustehon ja potkurin liitimeen ja pilottiin välittämän suoritustehon suhdetta.

## 2.2 Sytytysjärjestelmä

### 2.2.1 Yleistä

Sytytysjärjestelmä antaa kipinän, joka sytyttää polttoaineen sylinterissä ja tuottaa energian, joka pyörittää potkuria. Tämä moottorin osa on siis erityisen tärkeä.

Kipinän pitää tulla juuri oikeaan aikaan. Jos se tulee liian aikaisin, sytytys tapahtuu, kun mäntä on matkalla ylös, mikä vahingoittaa moottoria. Jos kipinä on myöhässä, menetetään huomattava osa tehosta. Sytytysvirheet ovat suurin syy moottoriongelmiin ja haavereihin.

On olemassa kaksi pääasiallista sytytysjärjestelmää. Ne tekevät saman tehtävän mutta hieman eri tavoin.

Toista järjestelmää käytetään paljon ajoneuvoissa ja se perustuu akkujännitteen vahvistamiseen puolassa. Järjestelmä on monimutkainen ja vaatii sekä akun että sitä lataavan laturin. Tämä lisäpaino sekä varajärjestelmän puuttuminen ovat johtaneet siihen, että tätä järjestelmää ei tavallisesti käytetä moottoroidussa varjo-/riippuliidossa.

Toisen järjestelmän nimi on magneettosytytys. Vauhtipyörän reunalle rakennetaan magneetto ja puola sijoitetaan lähelle vauhtipyörää. Joka kerta kun magneetti ohittaa käämin, käämiin indusoituu jännite. Jännite moninkertaistuu, kun kärjet aukeavat niin tulpassa syntyy kipinä.

Tämä järjestelmä on yksinkertainen, sähköisesti puhdas/vain sähköön perustuva/ ja erityisen kevyt. Potkurin pyöräyttäminen tai käynnistysnarusta nykäisy riittää luomaan riittävän jännitteen sytytyksen aikaansaamiseksi ja moottorin käynnistämiseksi. On myös mahdollista rakentaa sisään toinen magneetto varajärjestelmäksi, joka lisää turvallisuutta.

Molempia järjestelmiä on huollettava, mm. sytytys on säädettävä ja kunto on tarkistettava. Nämä toimet on kuvattu jokaisen moottorin käyttöoppaassa.

Sytytysjärjestelmä on on myös pidettävä puhtaana mm. öljyjäämistä.

### **2.2.2 Sytytystulpat**

Sytytystulppien on annettava puhdas kipinä jopa 50 kertaa sekunnissa. Sen takia on tärkeää, että ne ovat oikeanlaiset ja hyvässä kunnossa. Muodostaakseen kipinän tulppa tarvitsee korkeajännitteen, usein jopa 12 000 volttia. Kuuden voltin järjestelmässä tämä tarkoittaa 2000-kertaista vahvistusta. Kosketus matalajänniteosaan antaa siis voimakkaan iskun vahvistuksen jälkeen, joten tätä on tärkeää välttää. Epäpuhtaat kontaktipinnat voivat olla syy tällaiseen .

Oikea elektrodietäisyys tulpassa on tärkeää. Liian suuri etäisyys aiheuttaa sen, että tulppa ei pysty lyömään kipinää. Liian pieni etäisyys antaa heikomman kipinän, jonka tuloksena tapahtuu hyvin vähän tai ei lainkaan palamista.

Tulppien työskentelylämpötilan on oltava 450–1000 °C. Liian alhainen lämpötila johtaa tulppien nokeentumiseen ja virhesytytykseen. Liian korkea lämpötila johtaa liian aikaiseen sytytykseen, elektrodien palamiseen ja mahdollisesti männän tuhoutumiseen. Nokeentuminen voi johtua liian alhaisesta lämpötilasta, väärästä/liian rikkaasta bensiiniseoksesta tai molemmista. Kun seos on oikea ja lämpötila on yli 500 °C, tulpat pysyvät puhtaina. Jos lämpötila on yli 600 °C, tulpat pysyvät puhtaana, vaikka seos olisi kovin rikas.

Jos ongelmia esiintyy oikeanlaisista tulpista huolimatta, jossain on säätövirhe tai moottori on kulunut.

Tulppia asennettaessa tulpan paikan on oltava puhdas. Kierrä tulppa sormikireydelle ja sitten neljännes kierrosta vielä tulppa-avaimella tai mieluiten momenttiavaimella. Jos tulppa kierretään liian tiukalle, sylinterikannen kierteet tuhoutuvat. Pidä tulppa ja tulpanhattu puhtaana ja tarkista niiden välinen kontakti.



Tulpan käyttöikä kaksitahtikoneessa on noin 15–20 tuntia, minkä jälkeen se on vaihdettava. Käyttöiän aikana tulppa on puhdistettava mahdollisesta noesta. Puhtaat elektrodipinnat ovat tärkeitä. Tulpan kärki-väli voidaan puhdistaa pienellä viilalla tai hiekkapuhaltamalla. Muista säätää väli puhdistuksen jälkeen.



= Tulpan kärki-väli

### 2.3 Polttoaine

Useimmat kaksitahtikoneet on rakennettu niin, että ne käyvät öljyn ja bensiinin seoksella. Sekoitussuhdetta ei saa muuttaa ilman, että asiasta on keskusteltu moottorinmyyjän kanssa, muuten vaarana on moottorin vakava vahingoittuminen. Sekoitussuhde ilmaistaan yleensä bensiiniosina suhteessa öljyosiin, esim. 20:1. Rikas seos voi olla 20:1 ja laiha voi olla 100:1. Käytä aina valmistajan ilmoituksen mukaista öljyä sekä öljymäärää.

Polttoainetta voidaan siirtää moottoriin kahdella tavalla: pumpulla tai painovoimalla. Pumpua käytetään joko mekaanisella tai kampikammion painenvaihteluun perustuvalla moottorilla. Pumpulla on seuraavat edut:

- lennon aikana vaikuttavat G-voimat eivät vaikuta polttoaineen syöttöön
- polttoainesäiliön voidaan sijoittaa vapaammin suhteessa kaasuttimeen, joskin teho on otettava huomioon.

Painovoimasyötössä säiliö sijoitetaan kaasuttimen yläpuolelle niin, että polttoaine valuu kaasuttimeen. Tällöin ei tarvita pumpua, mutta polttoaineensyöttö on alttiina G-voimille, mikä voi joskus aiheuttaa ongelmia.

Säiliön on oltava kevyt, ja siinä on oltava luotettava polttoaineen määrän ilmaisin. Säiliö ja bensiiniletku on luonnollisesti asennettava niin, että ne eivät ole liian lähellä pakoputkistoa.

### 2.4 Polttoainejärjestelmä

#### 2.4.1 Kaasutin

Kaasutin voi monine osineen vaikuttaa monimutkaiselta, mutta sen toiminta on yksinkertaista. Sillä on kaksi tehtävää:



- sekoittaa ilmaa ja polttoainetta oikeassa suhteessa
- säättää sylintereihin johdettavan seoksen määrää.

Kaasuttimessa ilmansuodattimen ja imusarjan välillä kulkee kanava, jonka keskellä on kavennus. Tästä kohdasta aukeaa putki, josta on yhteys polttoaineella täytettyyn kohokammioon. Kun mäntä imee ilmaa tämän kanavan kautta, virtausnopeus kasvaa kanavan kapeimmassa kohdassa. Mikä aikaansaa alipaineen kohokammioista tulevaan putkeen, putkesta tulevaa polttoainemäärää säädetään liikkuvalla kartioneulalla, joka sijaitsee putken yläpäässä.

Sylinteriin kulkeutuvan valmiin seoksen määrää säädetään läpällä tai männällä, joka tukkii kanavan vaihtelevissa määrin. Kierros määrää säädetään säätämällä tätä määrää.

Kaasuttimen kohokammio on yhdistetty bensiiniletkuun putkella. Tässä putkessa on venttiili, jota säädetään kohokammiossa olevalla kohoventtiilillä. Kun nestepinta kohokammiossa nousee, koho liikkuu ylös ja sulkee vähitellen venttiilin. Taso, jossa venttiili sulkeutuu täysin, pysyy vakiona. Vaihtoehtoisesti moottorissa voi olla pumppukaasutin, jossa polttoaineen pumppauksessa käytetään kampikammion paineenvaihtelujen liikuttamaa kalvoa. Tällaisessa kaasuttimessa ei ole kohokammioita, ja se voidaan asentaa mihin tahansa asentoon. Näiden komponenttien lisäksi kanavassa viimeisenä on yleensä kuristin. Sillä voi säädellä kaasuttimeen virtaavaa ilmapirtta niin, että seoksesta tulee huomattavasti rikkaampaa. Tämä on tarpeen käynnistyksessä, varsinkin kylmäkäynnistyksessä.

Yleensä ennen varsinaista kaasutinläppää on neulaventtiili, joka toimii silloin, kun kanava on lähes suljettu. Se säätelee bensiinin ja ilman seosta tyhjäkäynnillä.

### 2.4.2 Kaasuttimen jäätyminen

Bensiinin höyrystyminen ja ilman laajeneminen (paineenlasku) sen kulkiessa kaasuttimen läpi aiheuttaa seoksen yhtäkkisen jäähtymisen. Lämpötila voi laskea jopa  $-35\text{ °C}$ . Tämä lämpötilan lasku voi helposti johtaa jään muodostumiseen kaasuttimessa, jos ilma on kosteaa.

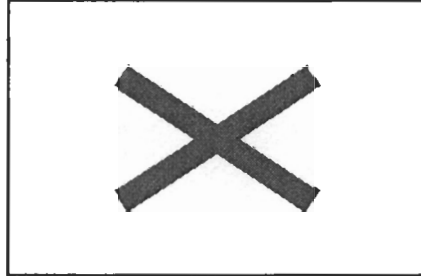
Kaasuttimen mahdollinen jäätyminen on pidettävä mielessä, kun ilman lämpötila on  $-5...+5\text{ °C}$  ja ilmassa on havaittavaa kosteutta tai kun suhteellinen kosteus on yli 60 % (tämä on mahdollista vaikka ilmassa ei olisikaan havaittavaa kosteutta).

Jää voi tukkia kaasuttimen täysin, varsinkin jos kaasutinläppä on lähes suljetussa asennossa. Tähän tilanteeseen joudutaan helposti. Laskeuduttaessa tai pitkässä moottoriliuussa moottorin käydessä lähes tyhjäkäyntiä.

Kaasuttimen kanavan jääntymistä on syytä epäillä kiinteän potkurinousun yhteydessä, kun kierrosluku laskee vähitellen. Jos jään muodostuminen lisääntyy, moottori alkaa jonkin ajan kuluttua käydä epätasaisesti ja lopulta sammuu.

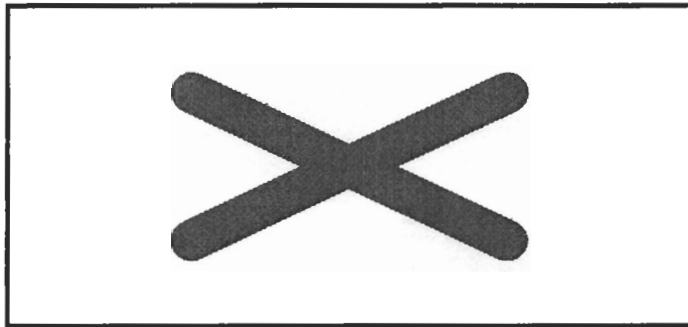
Jos havaitsee moottorin tehon vähenevän ja kierrosluvun laskevan, on varottava lisäämästä kaasua liian nopeasti. Kaasukahvan nopea liike aktivoi kiihdytyspumpun, jolloin ilmapirtta tulee runsaasti bensiiniä, ja tämä ylimääräinen bensiini vain lisää höyrystymistä ja siten laskee lämpötilaa entisestään ja edistää jään muodostumista. Voi myös käydä niin, että jääkokkareet irtoavat ja tukkivat kaasuttimen kurkun.

Jäätä voi muodostua myös ilmansuodattimeen ja ilmansuodattimen ja kaasuttimen väliseen kanavaan, varsinkin jos kanavassa on 90 asteen mutka. Myös tällainen jäätyminen voi aiheuttaa moottorin tehon vähenemistä ja vakavissa tapauksissa moottorin sammumisen.



### 2.4.3 Kaasuttimen imuilman esilämmitin

Joissain moottoreissa on nykyisin kaasuttimen imuilman esilämmitin, joka lämmittää ilmaa ennen kuin se kulkeutuu kaasuttimeen. Tarkoitus on näin vähentää jään muodostumisen todennäköisyyttä kaasuttimessa, mutta haittapuolena on moottorin tehon aleneminen, sillä lämmitetty kaasuseos on jo jonkin verran laajentunut ennen kuin se tulee sylinteriin. Kaasuttimen esilämmittimet varjo-/riippuliidin apumoottoreissa ovatkin harvinaisia.



### 2.4.4 Pakosarja

Koska kaksitahtimoottorin pakokaasu sisältää runsaasti palamatonta öljyä, pakoputkiston merkitys on suurempi kuin nelitahtimoottoreissa. Öljykarsta tukkii helposti kanavia ja äänenvaimentimen sekä huilun reikiä ja aiheuttaa hieman suuremman vastapaineen ulospuhallukselle moottorista. Se vähentää moottorivoimaa huomattavasti, ja sen takia järjestelmä on purettava säännöllisesti puhdistusta varten.

Pakoputki ja äänenvaimennin on sovitettu kuhunkin yksittäiseen moottoriin, joten erimuotoisten tai -mittaisten osien käyttö vaikuttaa erittäin todennäköisesti suorituskykyyn eikä tällaisia muutoksia saa tehdä neuvottelematta asiasta moottorin valmistajan kanssa.

Käytä oikeaa öljyseosta ja pidäydä samassa öljymerkissä ja vältä käyttämästä ns. hiiltyviä öljyjä, jotta välttäisit ongelmia pakoputkistossa.

### 2.4.5 Lämpötilan vaikutus moottorin suorituskykyyn

Lämmin ilma ei ole niin tiheää kuin kylmä ilma. Koska polttoainemäärä riippuu pitkälti lämpötilasta, lämpimässä ilmassa seos on laihempaa ja suorituskyky alempi. Tämä johtaa pidempiin startteihin ja heikompiin nousuominaisuuksiin.

Jos lämpötila on matala ja ilmankosteus korkea, on muistettava kaasuttimen jäätyminen vaara ja käytettävä kaasuttimen esilämmitintä, jos moottorissa on sellainen.

### 2.4.6 Korkeuden vaikutus moottorin suorituskykyyn

Mitä korkeammalla ollaan, sitä pienempi on ilman tiheys, joten seos rikastuu ja suorituskyky heikkenee. Tähän ei juurikaan voi vaikuttaa lennettäessä, mutta tämä vaihtelu on syytä pitää mielessä ja on syytä muistaa, että tämä vaihtelu voi olla merkittävää.

### 2.5 Potkuri

Laitteiston nousukyky ei riipu ainoastaan moottorin tehosta vaan myös työntövoimasta, jonka potkuri synnyttää. Tietylle hevosvoimamäärälle suurin työntövoima muodostuu, kun ihanteellisen halkaisijan kokoinen potkuri pyörii ihanteellisella nopeudella. Hitaammat pyörivät moottorit vaativat suuremman potkurin ja pienemmän nousun. Kun taas nopeasti pyörivät vaativat pienemmän potkurin ja suuremman nousun.

Lihaskäyttöisessä ultrassa Gossamer Albatross, joka ylitti kanaalin vuonna 1980, oli "moottori", jossa oli noin neljänneshevosvoiman teho. Pilotti väänsi polkimilla 13-jalkaista potkuria 100 kierroksen minuuttivauhtia.

Varjo-/riippuliidon apumoottorit eivät ole aivan näin äärimmäisiä, mutta niiden pyörittämiseen tyydyttävällä teholla vaaditaan alennusvaihte, joka alentaa potkurin kierrosluvun noin puoleen tai kolmannekseen moottorin kierrosluvusta. Alennusvaihte alentaa kierroslukua ja lisää vääntömomenttia, mutta hevosvoimat pysyvät muuttumattomina (kun oletetaan, että alennusvaihteen käytössä ei synny tehohävikkiä). Jos kierrosluku alennetaan puoleen, vääntömomentti kasvaa kaksinkertaiseksi.

Ei ole toivottavaa ajaa potkuria huippunopeudella, joka olisi yli noin 75 % äänen nopeudesta, koska silloin sen teho vähenee voimakkaasti ja se alkaa kavitoida. Merenpinnankorkeudella valon nopeus on noin 660 solmua. Niinpä saadaan seuraavan taulukon mukaiset ihanteelliset arvot potkurin halkaisijalle eri kierrosluvuilla:

Potkurin kierrosluku	2000 rpm	4000 rpm	6000 rpm	8000 rpm
Potkurin halkaisija	2,47 m	1,23 m	0,8 m	0,62 m

Kun potkurin kierrosluku ja halkaisija ovat vakiot, voidaan määrittää ihanteellinen potkurin nousu. Nousu kertoo tässä yhteydessä lavan kierrosta, joka ratkaisee sen, kuinka kauas eteen potkuri liikkuu kierroksen aikana.

Monista syistä potkurinousu ei ole vakio keskiöstä lavan kärkeen. Viitekohdaksi on määritetty 3/4 navasta lavan kärkeä kohti, ja arvot näkyvät potkurin tyylistä. Esimerkiksi 54"x30" tarkoittaa, että potkurin halkaisija on 54" ja nousu 30". Tämä 30" tarkoittaa matkaa jonka potkuri etenee yhden pyörähdysten aikana.

Potkuri on pyörivä siipi, ja se on asennettava pyöristetty reuna (etureuna) menosuuntaan ja terävä reuna (jättöreuna) taaksepäin.

Rakentaja valitsee potkurin nousun niin, että saavutetaan täysi kierrosluku ja teho toivotulla lentonopeudella. Jos valitaan korkeampi lentonopeus, lähtö ja nousu heikkenevät, koska nopeus on niissä liian alhainen täyden tehon saavuttamiseksi, mutta suurin lentonopeus kasvaa.

Perinteisissä lentokoneissa, joissa nopeusalue ulottuu noin viisi kertaa sakkausnopeuteen, on vaikeampi löytää ihanteellista nousua. Niissä käytetään usein potkureita, joissa on muuttuva lapakulma. Koska varjo-/riippuliidon apumoottoreissa ei ole läheskään tällaista nopeusalueita, tämä ei niissä ole mikään ongelma.

### 2.5.1 Kunnossapito ja säätö

On olemassa erilaisia potkureita, joissa lapoja voi olla kaksi, kolme tai neljä. Materiaalit vaihtelevat, jotkin tehdään puulaminaatista, toiset komposiittiaineista, kuten lasi- ja hiilikuidusta. Potkurin tyypistä riippumatta potkuri on aina asennettava niin, että se antaa parhaan mahdollisen tehon ja aiheuttaa pienimmän mahdollisen tärinän.

Asennus täytyy tehdä niin, että kaikki potkurin lavat pyörivät samassa tasossa kohtisuoraan potkurin akseliin nähden. Ehdoton sääntö on momenttiavaimen käyttö asentamisessa. Lapojen pyörimistä samassa tasossa tarkkaillaan niin, että seistään potkurin sivussa moottorin käydessä, jolloin mahdollinen poikkeama on havaittavissa. Samoin on tarkistettava pyöriminen samassa tasossa potkurin ollessa vapaalla, jolloin jokaisen lavan on osuttava samaan ennalta määrättyyn pisteeseen samalla tavalla. Nelilapaisen potkurin, joka voidaan purkaa osiin kuljetusta varten, tangentti osuu tavallisesti kahteen pisteeseen, yhteen kumpaakin lapaparia kohti.

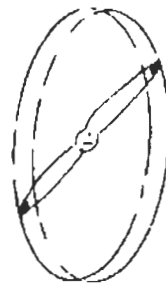
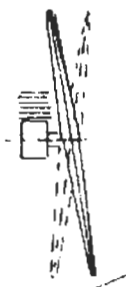
Jokaisen lavan on myös kohdattava ilma samassa kohtauskulmassa. Tämä tarkistetaan vastaavilla tavoilla.

Kun potkuri on oikein säädetty molemmissa tasoissa, se antaa parhaan tehon pienimmällä tärinällä – kunhan se on staattisesti tasapainoinen eli sen puolikkaat painavat yhtä paljon. Epätasapainoon voi olla lukuisia syitä, kuten potkuriin kohdistunut isku tai muu vahinko tai epätasainen lakkaus. Syystä riippumatta epätasapaino aiheuttaa tärinää ja vähentää tehoa. Ja ennemmin tai myöhemmin rikkoo moottorin osia.

Pienet lovet puupotkurissa voidaan spaklata/täyttää kaksikomponenttimateriaalilla, joka hiotaan tasaiseksi. Jos lovet ovat liian isoja tai potkurista irtoaa säleitä, potkuri on vaihdettava.

Vältä sora-alustaa ja muita paikkoja, joissa vieraat esineet voivat vahingoittaa potkuria. Älä säilytä potkuria kosteassa pitkään, vaan pidä se kuivana. Puupotkuria on säilytettävä vaakatasossa, jotta kosteus ei kerääny epätasaisesti eri lapoihin.

Pidä hyvää huolta potkurista!



Oikea asennus ja säätö ovat tärkeitä, muuten potkurin kärki kulkee kahta eri linjaa (vasen kuva) tai niin, että lapojen kohtauskulma ei olekaan sama (oikea kuva). Jälkimmäinen tilanne voi vääntää lapoja niin, että ne lopulta ovat eri muotoiset. Molemmat asennus- ja säätövirheet aiheuttavat epämiellyttävää ja joskus vaarallistakin tärinää.

### 3 Käytännön lentotoiminta moottoriliitimellä

Moottoriliitimellä lentäminen tuo mukanaan koko joukon uusia tekijöitä verrattuna perinteiseen varjo-/riippuliittoon. Näihin on tärkeää paneutua tarpeeksi, jotta ymmärtää tekniikan ja pystyy suoriutumaan mahdollisesti eteen tulevista ongelmista. Jos tämä otetaan huomioon ja noudatetaan sääntöjä ja koulutusohjelmaa, moottorin avulla voi löytää yhä uusia hienoja kokemuksia liidinlajeissa.

#### 3.1 Meteorologia

Lentoonlähdössä on tärkeää ottaa huomioon tuuli ja termiset olosuhteet. Jos keli on tyyni, lentoonlähtöjuoksusta tulee pidempi kuin tuulisella kelillä. Silloin tarvitaan myös enemmän tilaa eteenpäin, jotta päästään turvalliseen korkeuteen. Tämä on tärkeää ottaa huomioon erityisesti ajatellen esteitä, joiden yli on lennettävä.

##### 3.1.1 Termiikki

Moottoriliitimellä on mahdollisuus lähteä lentoon tasamaalta. Se tarkoittaa myös, että voidaan lentää ylös turbulenteihin alueisiin.

Termiikkikupla laajenee korkeammalla, mutta siihen voidaan lentää sisään, kun se on vielä kapea ja mahdollisimman voimakas. Sen takia on erittäin tärkeää tutkia alue, jolla oletetaan oltavan pienessä korkeudessa. Jos lähistöllä on termiikkiä, sitä on syytä välttää ennen kuin ollaan päästy turvalliseen korkeuteen. On myös tärkeää seurata pilviä, jos ne kasaantuvat korkeiksi ja jos niillä on suuri alasin. Se voi kertoa siitä, onko termiikki kovaa ja ylätuuli voimakas. Pidä myös turvallinen etäisyys rinteiden suojanpuolelle. Nopeasti toimiva lämpömittari on hyvä olla mukana. Silloin voi seurata lämpögradienttia jasaada tietoja päivän olosuhteista.

##### 3.1.2 Tuuligradientti

Varsinkin talvella, kun laaksoissa on kylmää ilmaa ja usein esiintyy inversiota, inversiokerroksessa voi olla erittäin turbulenttista. Tuulen on vaikea siirtää kylmää, painavaa ilmaa, mutta inversion yläpuolella voi tuulla voimakkaasti. Silloin tuuligradientti voi olla erittäin turbulenttinen. Tunturistartissa ollaan yleensä matalammalla kuin tuo tuuligradientti, joten sitä ei huomaa. Jos ollaan korkeammalla, turbulenssin huomaa sen läpi kulkiessaan, mutta siitä vajoaa melko nopeasti läpi. Moottorilla voidaan pysytellä tässä korkeudessa ja siksi tähän tekijään on kiinnitettävä tavallista enemmän huomiota.

##### 3.1.3 Aalto-olosuhteet

Aalto-olosuhteita voidaan havaita, kun syntyy mantelipilviä, Alto cumulus lenticularis, mutta mantelipilviä ei aina muodostu aalloissa. Varjoliitimellä ei suositella lentämistä aalto-olosuhteissa. Silloin voi olla erittäin turbulenttista ja erittäin voimakas tuuli. Siksi on erittäin tärkeää seurata maanopeutta jonkin aikaa ja muodostaa käsitys tuulen voimakkuudesta. Aallossa nosto voi olla erittäin tasaista ja rauhallista (1–2 m/s) aluksi. Sekä nosto että tuulenvoimakkuus kasvavat korkeuden myötä. Jos osuu aallon taakse, olosuhteet ovat erittäin turbulenttiset.

#### 3.2 Käytännön harjoitukset

Seuraavassa käydään läpi lennon eri vaiheet lennettäessä moottorilla valmisteluista aina lennon päättämiseen asti. Tarkka rutiini tarkistuksissa ennen lentoonlähtöä on investointi turvallisuuteen.

### 3.2.1 Moottori

Bensiinikäyttöinen potkurilla varustettu moottori on vaarallinen, jos ei ryhdytä tiettyihin varotoimiin, huoldehdita kunnossapidosta ja käsitellä moottorijärjestelmää tarvittavalla kunnioituksella.

Potkurimoottoria pitää aina käsitellä niin kuin sytytys olisi päällä. Kasattaessa, tarkistettaessa huollossa ja muussa kunnossapidossa, jossa pyöritetään moottoria, sytytyksen on oltava poissa ja tulpanhattujen on oltava irroitettuna sytytystulpasta/-tulpista.

### 3.2.2 Polttoaine/öljy

Polttoaineen laatu, oikea seos sekä kunnossapito ovat ratkaisevat tekijät kaksitahtimoottorin käyttövarmuudessa. Ole erittäin tarkka polttoaineen käsittelyssä. Kun täyttää hyväksytyä kanisteria on käytettävä suurta trattia, jossa on hienojakoinen suodatin (mahdollisesti useita kerroksia nailonsukkia). Käytä samaa trattia myös kaataessasi polttoainetta kanisterista moottoriin. Myös perinteistä säämiskä trattia voi käyttää.

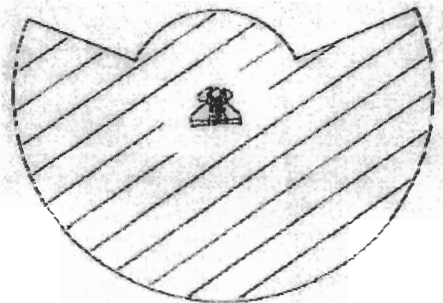
Moottorivalmistajat ilmoittavat öljytyypin moottorin käsikirjassa, mutta yleisesti voidaan sanoa, että hyvä täyssynteettinen kaksitahtiöljy kilpailukäyttöön antaa vähiten hiilijäämiä. Se antaa myös pitkän käyttöiän valmiiksi sekoitetulle polttoaineelle. Pitäydy mahdollisuuksien mukaan yhden tyyppisessä öljyssä. Jos bensiini on seissyt kauan valmiiksi sekoitettuna, se pitää vaihtaa lentämistä varten. Ole tarkkana, sillä bensiinihöyry pienissäkin määrissä voi olla terveydelle haitallista. Polttoaineen kuljetus ja säilytys on tehtävä huolellisesti ja hyväksytyssä kanisterissa.

### 3.2.3 Käyttö- ja lentopäiväkirja

Käyttö- ja lentopäiväkirjaa on pidettävä. Se on erityisen tärkeää, koska moottorijärjestelmää on huollettava tietyin säännöllisin väliajoin. Tarkista mahdolliset merkinnät moottorin, liitimen, pelastautumisvarjon (pakkauspäivämäärä) jne. osalta ennen lentämistä. Jos et ole käyttänyt moottoria pidempään aikaan, voi olla, että olet unohtanut jotain, mitä päätit viimeksi lentäessäsi tehdä ennen seuraavaa lentoa. Muista myös että uusi moottori on luetteloitava sekä tarkastutettava hyväksytyllä tarkastajalla ennen käyttöön ottoa. Tämän jälkeen moottori tarkastetaan kerran vuodessa.

### 3.2.4 Katsojat

Lentoonlähdön aikana mahdollisten katsojien on oltava turvallisella etäisyydellä ja oikeassa suunnassa potkuriin nähden. Katsojat ovat usein ”varsin avuliaita”, ja voivat tietämättään päätyä epäedulliseen paikkaan/tilanteeseen suhteessa potkuriin/moottoriin. Varmista turvallinen etäisyys ja sopiva katselualue sivullisille kuvan mukaisesti. Mahdolliset koirat ja lapset on pidettävä aisoissa. Voi olla hyvä ajatus pyytää jotakuta katsojaa tiedottamaan asiasta muille paikalle ilmaantuville.

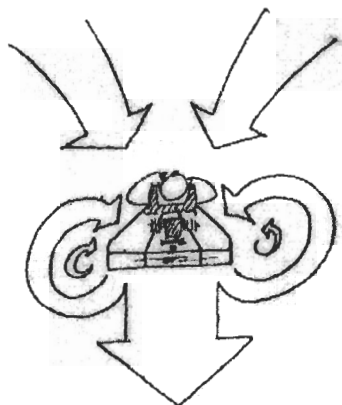


### 3.2.5 Irtonaiset kappaleet

Lentoonlähtöpaikalla tai moottorijärjestelmän lähellä ei saa olla irtonaisia kappaleita. Moottoria lämmitettäessä potkuri voi aiheuttaa voimakkaita pyörteitä moottorijärjestelmän molemmiin puoliin (ks.



kuva), ja ne voivat vetää irtonaisia kappaleita potkuriin. Vaihtelemalla tasaisesti suuntaa lämmityskäytön aikana voi melko hyvin estää tämän.



### 3.2.6 Ilmatilarajoitukset

Tarkista ilmailukartta etukäteen, jotta olet tietoinen korkeusrajoituksista, sotilasalueista, ampumaradoista ja muista mahdollisista rajoituksista kaikkialla lennon mahdollisilla alueilla.

### 3.2.7 Maanomistaja/naapurit

Hanki aina maanomistajan lupa. Vakiintuneilla lentopaikoilla on kuten aina lennetäessä oltava yhteydessä paikalliseen lentokerhoon. Varoita naapureita mahdollisuuksien mukaan mahdollisista maastolaskuista. Ota myös asianmukaisesti huomioon kotieläimet, jumalanpalvelusajat, asutus ja muut ympäristön olosuhteet. On myös hyvien tapojen mukaista ilmoittaa naapureille, joita lentäminen tavalla tai toisella mahdollisesti koskee. Näytä, että välität.

### 3.2.8 Kasaus/moottorin valmistelu starttia varten

Kasauksessa noudatetaan kunkin moottorityypin käyttöohjeen tarkistuslistaa, joka sisältää esim. seuraavat asiat: kaikkien pulttien visuaalinen tarkistus, sytytystulppien ja tulpanhattujen kiinnitys, kaasuvaijerin vapaa liikkuvuus ja kiinnitys molemmissa päissä, polttoaineensyöttö, polttoaineventtiilit, potkurin kiinnitys, varmistuslangat.

Kaikki kiinteät pultit, mutterit ja klemmarit pitää merkitä pultin ja alustan yli kirkkaan värisellä lakalla niin, että niiden mahdollisen löystymisen huomaa myöhemmin lakan murtumisesta.

### 3.2.9 Lämmitys

Moottori on lämmitettävä moottorin valmistajan määritysten mukaan ennen starttia. Tavallisesti ilmajähdytteinen kaksitahtimoottori saavuttaa normaalin toimintalämpötilan 1–1,5 minuutissa vaihtelevalla kuormituksella. Ensin moottori saa käydä ilman kuormitusta hieman korkealla tyhjäkäynnillä noin puoli minuuttia, jotta sylinteri ja mäntä saavuttavat lähes saman lämpötilan. On tärkeää, että moottoria ei aleta käyttää korkealla kierrosluvulla välittömästi sen käynnistämisen jälkeen! Mäntä on pienempi metallinen osa kuin sylinteri, joten se lämpenee ja siten laajenee nopeammin kuin sylinteri. Jos saman tien käytetään korkeita kierroslukuja, pahimmassa tapauksessa moottori voi leikata kiinni, kiinnileikkaaminen aiheuttaa vahinkoja sylinteriseinämässä tai aiheuttaa sylinteriin tai mäntään kulumista, joka vastaa useiden satojen normaalien käyttötuntien vaikutusta.



### 3.2.10 "Run-up"

Lopuksi konetta käytetään täydellä kaasulla 1–2 minuuttia niin, että nähdään ja kuullaan sen toimivan vakaasti täydellä teholla. Kiinnitä alun alkaen huomiota normaaliin tärinään, jotta huomaat myöhemmin mahdolliset poikkeamat. Jos kaikki ei ole normaalisti ja moottori ei anna sataprosenttista tehoa, älä lähde lentämään, ennen kuin vika on paikallistettu ja korjattu. Älä myöskään lähde lentämään, jos et ole täysin varma siitä, että kaikki on niin kuin pitää.

### 3.2.11 Startti

Koska startti tapahtuu lähes tasaiselta maalta, startin jälkeen ei ole välittömästi vapaata lentotilaa ja etäisyyttä maastoon niin kuin rinnestartissa on. Kunnan vastatuuleen nousukulma on melko jyrkkä startin jälkeen, mutta jos tuuli on heikko, tilanne on aivan toinen ja vapaata "kiitotietä" tarvitaan huomattavasti enemmän. Sama koskee tilannetta, jossa moottorista ei jostain syystä saadakaan täysiä tehoja.

On helppo joutua tilanteeseen, jossa ei ole toisaalta tarpeeksi etäisyyttä nousta esteiden yli mutta toisaalta ei tarpeeksi korkeutta tehdä ympyrää ja laskeutua vastatuuleen. Suunnittelu ja kunnolliset "marginaalit" ovatkin ratkaisevia turvallisuuden kannalta. Jos moottori ei jostain syystä toimikaan startissa, edessä on oltava riittävästi tilaa tehdä lasku suoraan, mikäli korkeutta ei ole kertynyt riittävästi siihen, että voitaisiin kääntyä ympäri ja tehdä normaali laskukierros ja lasku vastatuuleen vapaalennossa ilman moottoria.

Alustan on oltava tasainen, sillä liidin on juostava lentoon moottorin painaessa selässä. Starttipaikkaa valittaessa on kiinnitettävä huomiota myös mahdollisiin mekaanisen turbulenssin aiheuttajiin sekä paikan sopivuuteen myös tuulen suunnan vaihdellessa. Arvioitavia asioita ovat marginaalit?, tuuli, melu ja ympäristötekijät.

Seuraa säätilaa – myös ylhäällä – sillä saatat lentää inversiokerroksiin ja turbulentiin olosuhteisiin matkalla nostoalueelle.

### 3.2.12 Ominaisuudet, käsittelyrajoitukset

Liidin käyttäytyy moottorin lisäpainosta johtuen ilmassa hieman toisin kuin vapaalennossa. Laskeutuminen vaatii topakamman sakkauksen/lopputyönön, jarrut ovat raskaammat ja liidin vaikuttaa vakaammalta, sillä liitimen staattinen paine on hieman suurempi suuremmalla siipikuormalla. Kaarrokset moottorin käydessä tuntuvat toisenlaisilta kuin vapaalennossa. Moottorin ja potkurin pyörivistä liikkeistä johtuvan gyrovaikutuksen? takia on lennettävä pehmeästi ja tehtävä suunnan ja kaasutuksen muutokset rauhallisesti. 360 asteen pyörimisiä tai jyrkkiä spiraaleja ei pidä lentää moottoroidulla **liitimellä**. On muistettava, että suurin perusnopeus moottorin käydessä saavutetaan **tyhjäkäynnillä** (!).

### 3.2.13 Melu

Moottoroitu liidin ei pidä sen enempää melua kuin mopo tai ruohonleikkuri, mutta on olennaisen tärkeää kiinnittää asiaan huomiota ja rajoittaa melusaaste ympäristöön **mahdollisimman** pieneksi. Varjo-/riippuliidin lentää hitaasti, minkä takia vastatuuleen lennettäessä voidaan **juuttua saman** alueen ylle hyvinkin pitkään. Niinpä onkin parempi palata tai laskeutua kuin pyristellä pitkään **vastatuuleen**.

Ottamalla ympäristö huomioon rakennetaan positiivisia asenteita lajia kohtaan ja vältetään ristiriitatilanteita. Jos lentotoiminta on muista piittaamatonta, se vaikuttaa negatiivisesti kaikkeen varjo-/riippuliittoon ja voi pahimmissa tapauksissa johtaa lentokieltoihin.

### 3.2.14 Laskeutuminen

Laskeudu aina suoraan vastatuuleen. Tee neliosainen laskukierros (sivutuuli/myötätuuli/perusosa/**finaali**).

Älä laskeudu moottorin käydessä. Jos olet lentänyt laskupaikalle moottorin avulla, sammuta moottori noin 20 metrin korkeudessa ja liidä laskuun. Valitse laskupaikka huolella. Vältä asfalttia ja betonipintoja, koska silloin lopputyönön/sakkauksen on onnistuttava täydellisesti. Muista, että koko moottorijärjestelmän paino siirtyy laskussa valjaisiin. Pidä riittävästi loppuliitussa nopeutta, sillä loppuvedossa/työnnössä liike-energiata on hyötyä.

Jos olet lentänyt varjoliitimellä laskupaikalle moottorin avulla, se on lämmin ja voi siksi vahingoittaa liidintä ja punoksia. Hyvä tekniikka on kääntyä ympäri ennen kuin liidin osuu maahan niin, että olet kasvot kohti liidintä ja punoksia ja voit tyhjentää ja laskea liitimen maahan hallitusti. Anna moottorin jäähtyä ennen kuin purat sen.

### 3.2.15 Suhteet katselijoihin ja lehdistöön, omat asenteet

Miten lajista puhutaan ja miten se voi vaikuttaa lajin puolesta tai sitä vastaan? Puhu ajatuksella, kun puhut katselijoiden, maanomistajien, lehdistön ja muiden tahojen kanssa. Tiedosta, millaisen vaikutuksen teet ja millaisia asenteita se luo meitä ja lajiamme kohtaan.

### 3.2.16 Esimerkki moottorin tarkistuslistasta ennen käynnistystä ja starttia

1. Liidin. Tarkista liidin ja punokset aivan kuten ennen vapaalentoakin.
2. Mahdollinen trimmijärjestelmä
3. Moottorin kiinnitys valjaisiin
4. Polttoaineen määrä
5. Kaikkien osien kiinnitys
6. Lämmitys ja "run up"
7. Kaasuttimen toiminta, vakaa tyhjäkäynti
8. Säätila
9. Liitimen ja valjaiden kiinnitys
10. Valjaat: jalkalenkkit, rintalenkki, kaikki kiinnitykset ja säädöt
11. Pelastusvarjo, pelastusvarjon kahva käden ulottuvilla
12. Katselijoiden sijoittuminen, lapset ja eläimet
13. Tuulensuunta
14. Vapaa "kiitotie" ja lentolinja, muu liikenne

# HP/NLF Kurssimateriaali (mvl/mrl) – Varjo-/riippuliito apumoottorilla

## Työntökulma

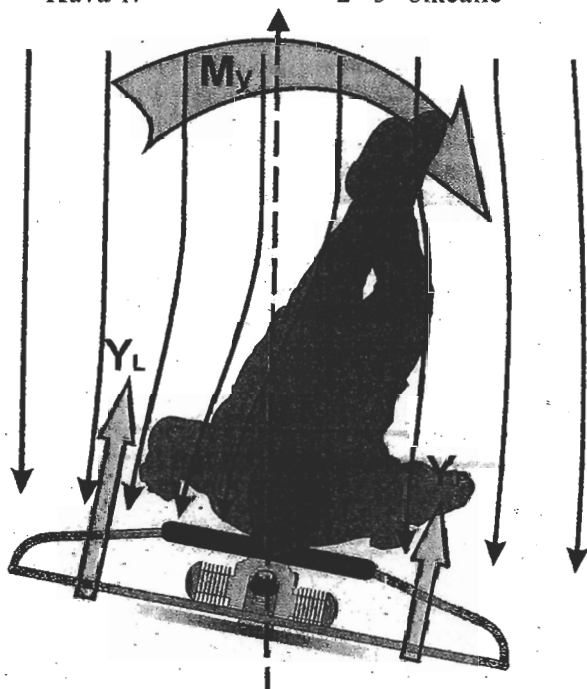
Kun moottoria varustetaan lentokuntoon on huomioitava seuraavaa:

Potkurikierto aiheuttaa vääntöä vasemmalle, joten on syytä asettaa koeripustuksessa työntö valmiiksi hieman oikealle. Käytäntö osoittaa kuinka paljon työntö on oikealle oltava, että matkalentotehoilla moottori työntää suoraan. Kuva 1.

Pystykallistuma on koeripustuksessa asetettava siten, että moottori työntää pystylinjasta maksimissaan 5° ylöspäin. Jos moottori syystä tai toisesta työntää enemmän ylöspäin tulee lentämisestä hyrrävoimien ansiosta rauhatonta turbulenttista kelissä jopa vaarallista. Kuva 2.

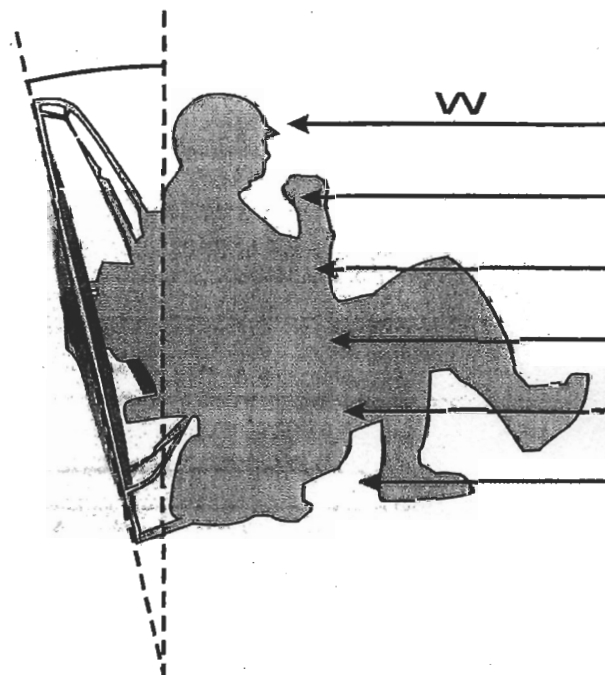
Kuva 1.

2°-5° oikealle



< 5°

Kuva 2.



## Ilmanopeuden vaikutus lämpötilaan

[km/h]	10	7	4	2	-1	-4	-7	-9	-12	-15	-18	-21	-23	-26	-29	-32	-34	-37	-40
10	10	7	4	2	-1	-4	-7	-9	-12	-15	-18	-21	-23	-26	-29	-32	-34	-37	-40
6÷10	10	7	2	-1	-4	-7	-9	-12	-15	-18	-21	-23	-26	-29	-32	-34	-37	-40	-43
13÷19	4	2	-1	-7	-9	-12	-15	-18	-23	-26	-30	-32	-37	-40	-43	-46	-51	-54	-57
20÷28	2	-1	-4	-9	-12	-18	-21	-23	-29	-32	-34	-40	-43	-46	-51	-54	-57	-62	-65
30÷35	-1	-4	-7	-12	-15	-18	-23	-26	-32	-34	-37	-43	-46	-51	-54	-59	-62	-65	-71
37÷41	-1	-7	-12	-15	-18	-23	-29	-32	-34	-40	-46	-48	-54	-57	-62	-65	-71	-73	-79
54÷59	-4	-9	-12	-15	-21	-23	-29	-34	-37	-40	-46	-51	-54	-59	-62	-68	-73	-76	-82
61÷67	-4	-12	-12	-18	-21	-26	-29	-34	-37	-43	-48	-51	-57	-59	-65	-71	-73	-79	-82

## **4 Lait ja säännöt**

### **4.1 Yleistä**

### **4.2 Rajoitukset**

#### **4.2.1 Lupakirjavaatimukset**

#### **4.2.2 Lentokorkeudet**

Apumoottorilla lennettäessä on noudatettava ilmamääräyksen OPS M1-1 mukaisia lentokorkeuksia.

VFR-lentoja ei saa suorittaa:

- a) asutuskeskusten tiheästi asuttujen osien tai ulkosalle kokoontuneen väkijoukon yläpuolella alenpana kuin 300 m (1000 jalan) korkeudella ilma-aluksesta 600 m säteellä olevan korkeimman esteen yläpuolella;
- b) muulla kuin edellisessä kohdassa tarkoitetuissa tapauksissa ei lentoja saa suorittaa alempana kuin 150 m (500 jalan) maan tai veden pinnasta

Edellä sanottu ei ole voimassa kun lentoonlähtö tai –lasku edellyttää alempana lentämistä. Tai milloin ilmailulaitos on muuta hyväksynyt tai määrännyt.

#### **4.2.3 Paikalliset lentopaikan säännöt ja väistämissäännöt**

#### **4.2.4 Ilmatilasäännöt**

Apumoottorilla lennettäessä on noudatettava **ilmailumäärä**yksen OPS M1-1 mukaisia lentosääntöjä.

Vain VFR-lennot ovat sallittuja.

### **4.2.5 Sotilasalueet**

### **4.2.6 NOTAM (Notice to airmen)**

## **4.3 Varusteet**

### **4.3.1 Liitimen, valjaiden ja moottorijärjestelmän vaatimukset**

### **4.3.2 Turvavarusteet**

Moottoriliitäjän turvavarusteisiin lukeutuvat kypärä , hanskat, jalkineet , lentohaalari sekä pelastautumisvarjo. Kypärä on syytä olla kasv suojaalla varustettu ns. integraalimalli, koska esimerkiksi startissa tai laskeutuessa kaaduttaessa moottorin paino on lentäjän selässä. Hanskat ja lentohaalari on syytä olla lämpimät ja tukevaa tekoa, sillä apumoottorilla lennettäessä lennot ovat ajallisesti huomattavasti pidemmät kuin vapaalennot. Varjoliidin apumoottorin lentäjän jalkineet on syytä olla erittäin nilkkaa tukevat ja varustettu hyvällä kantakupin vahvistuksella, koska startissa ja laskeutuessa moottorin paino on myös lentäjän jalkojen päällä. Pelastautumisvarjoa hankittaessa on huomioitava, että pelastautumisvarjo on riittävän suuri ja rakenteellisesti moottorikäyttöön soveltuva.