



**TRAFICOM**

Liikenne- ja viestintävirasto

**KAASUTTIMEN JA  
IMUKANAVISTON  
JÄÄTYMINEN  
MÄNTÄMOOTTOREISSA**

# Yleistä

Jään muodostuminen kaasuttimeen ja imukanavistoon aiheuttaa yleensä ainakin moottorin käyntihäiriöitä ja tehon menetystä, joskus jopa moottorin täydellisen pysähtymisen. Nämä haitat voidaan välttää vain, jos tunnetaan jäätyneen syyt ja oireet ja osataan tehdä oikeat vasta toimet ajoissa.

# JÄÄTYMISILMIÖ KAASUTINMOOTTOREISSA

Jäätymisilmiö esiintyy useimmiten kaasutinmoottoreissa, joissa venturi-putki aiheuttaa alipainetta ja syntynyt paine-ero työntää polttoaineen imukanavaan. Kaikki moottorityypit eivät ole yhtä herkkiä jäätymään. Jäätymisalttius lisääntyy sitä mukaan, mitä kauempana kaasutin sijaitsee moottorin lämpimistä osista. Moottorit, joiden imuputket ovat koko pituudeltaan moottorin ulkopuolella ja joissa kaasutin ei ole kiinni öljypohjassa, ovat herkempiä jäätymään kuin sellaiset, joiden imuputket ovat osittain yhtä valua öljypohjan kanssa. Useat jäätymisen aiheuttamat moottorihäiriöt ja pakkolaskut ovat osoittaneet, että eräs jäätymiselle altteimmista moottorityypeistä on Continental O-200. Tämä moottorityyppi on käytössä mm. Cessna 150- ja M.S. 880 Rallye Club-lentokoneissa.

Kaikissa kaasuttimella varustetuissa lentomoottoreissa on imuilman etulämmitysjärjestelmä, jolla jäätymisen voidaan estää tai jo syntynyt jää sulattaa. Lentokoneen lentokäsikirjassa on annettu ohjeet imuilman etulämmityksen käytöstä. Moottorityypistä ja -merkistä riippuen ohjeet poikkeavat jonkin verran toisistaan ja esim. Cessna 150-koneen lentokäsikirjan jäätymistä käsitteleviä ohjeita voidaan pitää osittain puutteellisina.

# JÄÄTYMISILMIÖ KAASUTINMOOTTOREISSA

## Mihin jäätä muodostuu?

Kaasutinmoottoreissa jäätä muodostuu yleensä seuraaviin kohteisiin

- moottorin ilmansuodatin
- imuputkiston mutkat
- kylmän ja kuuman
- ilman valintaläppä
- kaasuttimen kurkku ja suutinpesä kuva 1. sivulla 3
- kaasuläppä

# JÄÄTYMISILMIÖ KAASUTINMOOTTOREISSA

## Miksi imukanavistoon muodostuu jäätä?

Ilmansuodatin on arka samoille jäätymistekijöille kuin siipien ja vakaajien etureunatkin. Ilmassa olevat pienet vapaat vesipisarat tarttuvat ja jäätyvät siihen kiinni lennettäessä ilmamassassa, jonka lämpötila on alle 0 °C. Suodatin voi tukkeutua myös lumi- tai räntäsateen vaikutuksesta tai suoraan kentältä roiskuvan lumisohjon umpeen muuraamana. On sattunut myös tapauksia, joissa suodatin on kostunut lentokoneen pesun yhteydessä ja jäätynyt ulkoilmassa aiheuttaen moottorin pysähtymisen. Lumisade tai alijäähtynyt vesi ovat tavallisesti syynä myös imukanavien mutkien tai imuilman valintaläpän jäätymiseen.

# JÄÄTYMISILMIÖ KAASUTINMOOTTOREISSA

## Miksi kaasuttimeen muodostuu jäätä?

Jäänmuodostus itse kaasuttimessa lienee yleisin jään aiheuttamien moottorihäiriöiden syy. Kaasuttimen venturi-putkessa ja kaasuläpän kohdalla ilmavirran nopeus kiihtyy ja paine sekä lämpötila laskevat. Jäähtyminen on suurimmillaan silloin, kun kaasuläppä on vain osaksi auki tai tyhjäkäyntiasennossa.

Polttoaineen haihtuminen (kun polttoaine muuttuu nesteestä kaasuksi) sitoo lämpöä kuten muutkin haihtumisprosessit - esim. bensiiniin kastettu käsi tuntuu kylmältä, kun bensiini haihtuu siitä. Polttoaineen tullessa kaasuttimen suuttimista sen haihduttamiseen otetaan huomattava määrälämpöä sisään tulevasta ilmasta, jonka lämpötila laskee. Lämpötilan lasku kaasuttimessa voi olla jopa 40 °C, joten on helppo ymmärtää, että normaaleissa toimintalämpötiloissa kaasuttimen metallipinnat ja polttoaine/ilmaseos voivat jäähtyä pakkasen puolelle.

Jos nyt sisään tulevan ilman suhteellinen kosteus on kyllin suuri (käytännössä yli 70%) ja lämpötila sopiva (normaalisti välillä -5°...+15°C), laskee sen lämpötila kaasuttimessa alle kastepisteen ja syntyneet pisarat jäätyvät kaasuttimen metallipinnoille. Edellä sanotusta voi päätellä, ja käytäntökin on sen osoittanut, että sopivan kostealla kesähelteelläkin kaasutin voi jäätyä.

# JÄÄTYMISILMIÖ KAASUTINMOOTTOREISSA

## Miten kaasuttimen jäätyminen ilmenee?

Muodostunut jää pyrkii tukkimaan kaasuttimen kuristuskohdan, imusarjan mutkan kaasuttimen jälkeen tai polttoainesuuttimen aukkoja, aiheuttaen joko liian rikkaan tai liian laihan seoksen. Kummassakin tapauksessa moottorin antama teho pienenee: pyörimisnopeus laskee tai vakiokierrospotkurilla varustetussa lentokoneessa ahtopaine pienenee.

Seuraavassa vaiheessa moottorin käynti muuttuu epätasaiseksi ja pian moottori pysähtyy, ellei mitään tehdä

# JÄÄTYMISILMIÖ KAASUTINMOOTTOREISSA

## Miten jäänmuodostus voidaan välttää?

Kaasuttimen kuristuskohtaan ja kaasuläpän jäätyminen liu'ussa tai matkalento-olosuhteissa voidaan estää vain RIITTÄVÄN TEHOKKAALLA IMUILMAN ETULÄMMITYKSELLÄ. Jotta etulämmitys kykenisi estämään kaasuttimen jäätyksen, on sen pystyttävä nostamaan imuilman lämpötilaa n. 40°C. Jos taas pitää sulattaa jo muodostunut jää, on imuilman lämpötilaa voitava nostaa ainakin 65°C.

Lentoonlähdön aikana, jolloin kaasuläppä on täysin auki, on paineen alennus ja siis jäähtyminen kaasuttajassa pienimmillään. Tämän johdosta ei lentoonlähdön

yhteydessä yleensä tapahdu kaasuttimen kuristuskohtaan tai kaasuläpän jäätymistä, vaikka lentoonlähtö tehdäänkin imuilman etulämmitystä käyttämättä. Erittäin epäedullisissa olosuhteissa talvella ilmansuodatin voi tukkeutua vaikkapa nokkapyörän roiskiman sohjon vaikutuksesta. Tällöin on tarpeen käyttää imuilman etulämmitystä varailmanottona, ellei lentokoneeseen ole asennettu kaasuttimen etupuolelle jousikuormitteisia varailmanoton läppiä, jotka laskevat ilmaa kaasuttimeen ilmansuodattimen tukkeutuessa.



# MITEN IMUILMAN ETULÄMMITYS TOIMII

Joissakin moottorityypeissä on varsinkin takavuosina käytetty vain sylinteriryhmän lämmittämää ilmaa, siis moottorin jäähdytysilmaa, joka on kulkenut kuumien sylinterinripojen välistä. Tämän tyyppinen lämmitys on yleensä pikkumoottoreissa heikonlainen, mutta riittää kokemusten mukaan -tietyille moottorimerkeille.

Yleisin ja tehokkain tapa esilämmittää kaasuttimen imuilmaa perustuu pakokaasujen lämmön hyväksikäyttöön. Pakoputkiston ympärille rakennetaan lämmönvaihdin ja imuilma johdetaan kaasuttimelle tämän kautta, jolloin se lämpiää tehokkaasti moottorin käydessä suurehkolla teholla (65-100 % täyستهosta). Ohjaaja voi valita lennon aikana valintaläppää käyttämällä kaasuttimelle joko kylmää tai lämmitettyä ilmaa.

# SEOKSEN TAI IMUILMAN LÄMPÖTILAN MITTAAMINEN

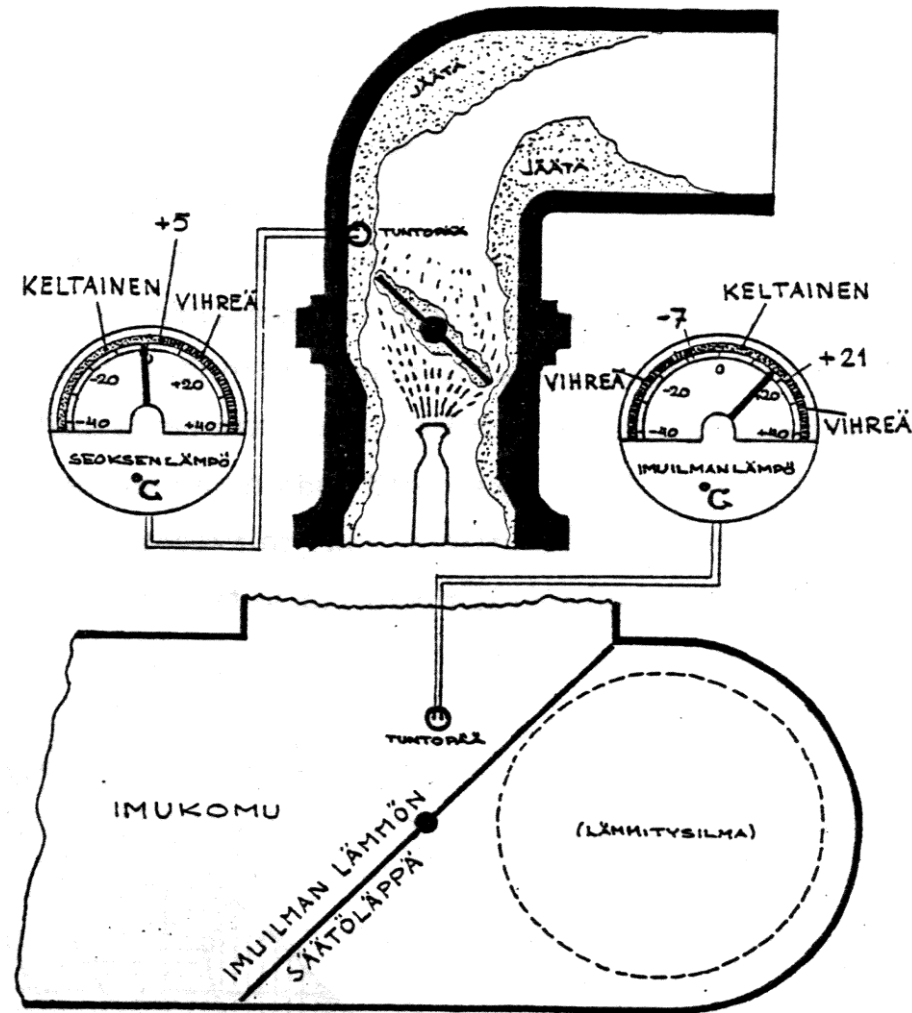
Polttoaine/ilma-seoksen lämpötilan mittaaminen heti kaasuttimen kuristuskohtan takana on suositettavaa seuraavista syistä:

- tiedetään tarkoin milloin jäätymisvaaraa voi esiintyä
- jos jäätymisvaaraa ei ole, on epäedullista käyttää imuilman etulämmitystä sillä se johtaa polttoaineen kulutuksen lisääntymiseen
- liian kylmä tai liian lämmin polttoaineseos aiheuttaa joskus karkeaa käyntiä, kun seos on vastaavasti liian laiha tai liian rikas. On siis edullista säätää seoksen lämpötila tiettyjen raja-arvojen välille.

Imuilman lämpötilan mittaaminen lämmönvaihtimen ja kaasuttimen väliltä on myös käytössä joissakin koneissa. Tämä menetelmä on epätarkempi ja siis epävarmempi, koska lämpötilan lasku kaasuttimessa voi vaihdella paljon ja on aina suuri. Imuilman lämpötila on varmuuden vuoksi pidettävä niin korkeana, että jäätä ei varmasti pääse muodostumaan, vaikka lämpötilan alenemisen määrää kaasuttimessa ei tiedetä.

Seoslämpömittari antaa siis paremman kuvan mahdollisesta jäätymisvaarasta kuin imuilman lämpömittari. Eriyisen vaarallista on luulla imuilman lämpömittaria seoslämpömittariksi, sillä tällöin on kaasuttimen jäätyminen melko varmaa sopivissa olosuhteissa. Tämän johdosta mittarin välittömään läheisyyteen on oltava kiinnitettynä kilpi, joka osoittaa mittarin laadun. Lisäksi mittarissa on oltava sivulla 5 olevan kuvan mukaiset käyttöalumerkinnät.

# SEOKSEN TAI IMUILMAN LÄMPÖTILAN MITTAAMINEN



Jään muodostuminen kaasuttimeen sekä seoslämpömittarin ja imuilman lämpömittarin mittauskohdat ja mittareiden värimerkinnät.

# JÄÄTYMISILMIÖ RUIKUTUSMOOTTOREISSA

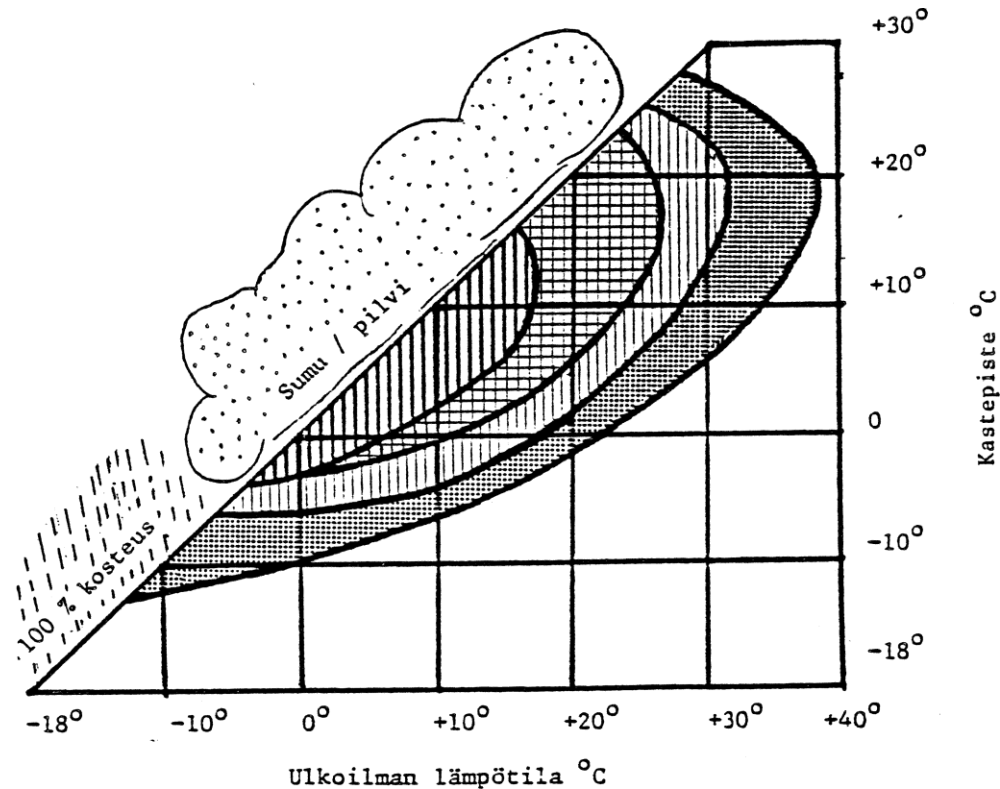
Yleisesti otaksutaan, että mahdollisuudet jään muodostumiseen ruiskutusmoottoreilla ovat pienet verrattuna kohokaasutinmoottoreihin. On kuitenkin osoittautunut, että mahdollisuus moottorihäiriöihin on melko suuri ulkoilman ollessa kosteata sekä n. 0°C lämpöistä. Imuilman etulämmitys puuttuu useista ruiskutusmoottoreista. Nämä on kuitenkin säännöllisesti varustettu varailmanottoaukolla, mikäli pääilmanoton suodatin tukkeutuu esim. lumen tai jään takia. Mikäli ruiskutusmoottorissa ilmenee mahdollisesti jäätymisen aiheuttamia käyntihäiriöitä, saattaa tilanne korjautua käytettäessä käsikäyttöistä varailmanottojärjestelmää (alternate air). Tällöin lämmin imuilma otetaan moottoritilasta.

# OHJEITA OHJAAJALLE JÄÄTYMISTILANTEISIIN

## Ennakointi...

- ▶ Kertaa ennen lentoa lentokäsikirjasta ilmanotto-, polttoaine- ja imuilman etulämmitysjärjestelmän toiminta ja käyttö.
- ▶ Ota tarkoin selkoa säästä ja selvitä suhteellinen kosteus. Mikäli se on yli 70 %, tiedosta kaasuttimen jäätymisvaara. Seuraavalla sivulla olevassa kuvassa on esitetty kaaviona lämpötilan ja kastepisteen keskinäinen vaikutus kaasuttimen jäätymisriskiin.
- ▶ Käytä polttoainesäiliöissä jäänestolisäainetta lentokäsikirjan ohjeiden mukaisesti. Sen lisäksi, että lisäaine ehkäisee polttoainejärjestelmän jäätymistä, se vähentää kaasuttimen jäätymisvaaraa.

# LÄMPÖTILAN JA KASTEPISTEEN KESKINÄINEN VAIKUTUS KAASUTTIMEN JÄÄTYMISRISKIIN



Voimakasta jäätymistä - kaikilla tehoilla



Kohtalaista jäätymistä - matkalentotehoilla  
Voimakasta jäätymistä - liuku- ja tyhjäkäyntitehoilla



Voimakasta jäätymistä - liuku- ja tyhjäkäyntitehoilla



Lievää jäätymistä - matka-, liuku- ja tyhjäkäyntitehoilla

# Toiminta lennolla kaasuttimen jäätymistä vastaan

- ▶ Tarkista imuilman etulämmityksen ja seoksen/imuilman lämpömittarin toiminta.
- ▶ Pidä etulämmitys riittävän pitkään päällä ennen lento-onlähtöä varmistuaksesi siitä, että imukanavisto on sula lento-onlähdössä.
- ▶ Tarkkaile moottorinvalvontamittareita säännöllisesti.
- ▶ Käytä etulämmitystä riittävän aikaisessa vaiheessa ja täysin kuumalla.
- ▶ Moottorin käynti tavallisesti heikkenee etulämmitystä käytettäessä.
- ▶ Olosuhteiden vaatiessa pidempiaikaista etulämmityksen käyttöä, laihenna rauhallisesti poltto- aine/ilma-seosta niin, että moottorin käynti tasoittuu.
- ▶ Valitse etulämmitys täysin kuumalle muutama minuutti ennen kaasun sulkemista tai liu'un aloittamista ja pidä etulämmitys päällä koko liu'un ajan. Olosuhteiden vaatiessa käytä välillä moottoria 75 % teholla pakoputkien lämmittämiseksi.

# Toiminta moottorihäiriön ilmetessä

Mikäli kaasutin pääsee jäätymään ja moottorin käynti häiriintyy, toimi seuraavasti:

- ▶ Vedä heti imuilman etulämmitys täysin kuumalle ja jätä se päälle.
- ▶ Tee muut polttoaineen saantihäiriöön liittyvät tarkistukset (polttoainepumppu, seos, ryyppypumppu, hanan vaihto jne. tarkistuslistan mukaisesti).

Käytettäessä etulämmitystä moottorin käynti heikkenee entisestään. Tätä ei tule säikähtää, vaan etulämmitys on pidettävä täysin kuumalla. Tämä on ainoa keino selvittää tilanne ja moottorin käynti tasaantuu taas, kun kaikki jää on sulanut.



# Toiminta moottorin pysähtyessä

Moottorin pysähtyttyä on ensisijaisesti kiinnitettävä huomio ohjeiden mukaiseen ja maltilliseen pakkolaskuun valmistautumiseen. Jos korkeutta on riittävästi on olemassa mahdollisuus saada moottori uudelleen käyntiin. Edellytyksinä on että:

- ▶ potkuri pyörii tuulimyllynä tai sitä pyöritetään käynnistimellä
- ▶ imuilman etulämmitys on täysin kuumalla
- ▶ moottorin säätimet ja kytkimet ovat käynnin edellyttämässä asennoissa
- ▶ kaasuvipua hitaasti liikuttamalla pyritään löytämään potkurin pyörimisnopeutta vastaava kaasuläpän asento.

