



KOPTERIOPAS

JOHDANTO.....	4
SÄHKÖLAITTEET	4
Akku.....	4
Virtakytkin.....	4
Vastaanotin	5
Gyro	5
Servot	5
Akkuvahti.....	6
Kuvernööri	6
POLTTOMOOTTORI.....	6
Tulppa	7
Äänenvaimennin & pilli	7
Polttoaine.....	7
Säätäminen.....	8
RADION OMINAISUUDET	10
LENTOTILAT	11
Normal mode, Hovering mode	12
Stunt mode (Idle Up)	12
Hold (Throttle hold)	12
RADION MALLI ASETUKSET.....	12
Model select	12
Model name.....	12
Model copy.....	12
Type select.....	13
Model reset.....	13
Modulation.....	13
Trim step	13
Swash type.....	13
Stick mode	13
MALLIKOHTAISET ASETUKSET.....	13
D/R & EXP.....	13
Reverse	14
Sub trim	14
Travel adjustment (End Point)	14
Throttle Hold.....	14
Throttle curve	14
Pitch curve	15
Revolution mix.....	15
Gyro sensitive.....	15
Fail Safe	15
Trainer	15
Timer.....	15
Monitor (Servo monitor)	16
Throttle trim	16
Throttle cut.....	16
Programmed mix.....	16
RADIO-OHJAIMEN NAMISKAT.....	16
Hoverin throttle	17
Hovering pitch.....	17
Sliderit.....	17
MEKANIikka.....	17
RUNKO	17
Runon rakentaminen	18
VOIMANSIIRTO	19
Perä hihnavedolla	19
Perä tubella.....	19

<i>Ratasvälykset ja hihnan kireys</i>	20
KYTKIN	20
ROOTTORINUPPI	21
NUPIN LEPATUS	23
<i>Lead lag</i>	24
90-ASTEEN HYRRÄVIIVE	25
STABILOINTI	25
<i>Stabilointilapojen ohjaaminen</i>	25
PERÄROOTTORI	26
MEKANIIKAN RAKENTAMINEN JA SETUPIN TEKEMINEN	26
1. RADION OHJELMAN NOLLAUS	27
KOPTERIN LINKISTÖ	28
<i>Lapakulma-alueen säätäminen</i>	28
<i>Lapakulmien mittaaminen</i>	30
NUPIN AJOITUKSEN SÄÄTÄMINEN	31
KALLISTUKSEN KESKIKOHTIEN SÄÄTÄMINEN	33
KALLISTUSTEN LIKERATOJEN SÄÄTÄMINEN	36
STABILOINTILAPOJEN KULMAN TARKISTUS	36
LENTOTILA SETUPIT	37
LEIJUNTATILA	37
<i>Kaasukäyrä</i>	37
<i>Lapakulmakäyrä</i>	38
<i>Liikealueet</i>	39
<i>Trimmit</i>	39
TAIVASLENTOTILA (FLIGHT MODE 1, IDLE UP 1, STUNTMODE 1)	39
<i>Kaasukäyrä</i>	39
<i>Lapakulmakäyrä</i>	40
<i>Liikealueet + exponentiaalit</i>	40
<i>Trimmit</i>	40
HOLD – AUTOROTAATIO TILA	40
<i>Lapakulmakäyrä</i>	41
<i>Trimmit</i>	41
PERÄN SETUP	42
<i>perän työntötangon pituus</i>	42
LENNÄTYKSEN ALOITTAMINEN	42
PERUSTEET	42
<i>Leijuttaminen</i>	43
<i>Eteenpäin lennättäminen</i>	43
<i>Autorotaatio</i>	44

Johdanto

Tämä opas on kirjoitettu uusia ja nykyisiä rc-kopteriharrastajia varten. Yritämme antaa uusille harrastajille apua harrastuksen aloittamisessa. Harrastuksen jo aloittaneille pyrimme antamaan lisää tietoa kalustosta menestyksellisemmän tulevaisuuden takaamiseksi hienon harrastuksen parissa.

Oppaan ovat kirjoittaneet Timo Keränen ja Vesa-Pekka Murtovaara taustajoukkojen tukemana.

Sähkölaitteet

Polttomootorikäyttöinen RC-kopteri vaatii toimiakseen seuraavia sähkölaitteita:

- akku, eli vastaanotinakku
- virtakytkin
- vastaanotin
- gyro
- servot
- akkuvahdi (mahdollisesti)
- kuvernööri (mahdollisesti)

Sähkömootorikäyttöisessä kopterissa on lisäksi:

- sähkömoottori (joissain mikrokokoisissa koptereissa useampia)
- nopeudensäädin moottorille

Yleisesti kopterin sähkölaitteita hankittaessa kannattaa mahdollisuuksien mukaan pitäytyä saman valmistajan tuotteissa, jolloin yhteensopivuusongelmia ei ole. Lisäksi ostopäätöksissä kannattaa noudattaa muiden lennättäjien valintoja, jolloin apua on helppo saada.

Akku

Vastaanottimen akku on useimmiten NiCd-kennoista kasattu 4- tai 5-kennoinen paketti. Kennojen määrää rajoittaa sähkölaitteiden jännitteen kesto ja ennen akun hankintaa kannattaa varmistaa laitteiden toiminta. Nelikennoinen akku on suosituin, mutta viisikennoisella akulla vältetään kohtalokas virran loppuminen yhden kennon hajotessa kesken lennätyksen.

NiMh-kennoilla saavutetaan hieman suurempi kapasiteetti, mutta kylmässä niiden toiminta huononee NiCd-kennoja enemmän. Sopiva kapasiteetti vastaanotinakulle on polttomootorikopterissa vähintään 1800mAh, jolloin hieman tehokkaammatkaan servot eivät kuluta akkua hetkessä loppuun. Jopa 3000mAh akun käyttö on puolusteltavissa, sillä kennojen koko säilyy edelleen samana (sub-C).

Virtakytkin

Virtakytkimen virheettömän toiminnan merkitys on erittäin suuri, sillä normaalissa ratkaisussa sen kautta kulkee kaikkien sähkölaitteiden virta. Suurin osa RC-koptereiden kaputeista on jotenkin johdettavissa virtakytkimeen.

Virtakytkintä hankittaessa kannattaa valita mahdollisimman suurikokoinen ja tunnetun valmistajan malli. Polttomoottorikopterin öljysumu ja jatkuva värinä kuluttavat virtakytkintä ja se kannattaa vaihtaa aina kauden alussa, jotta turhilta ongelmilta välttyään.

Vastaanotin

Vastaanotin kerää lähettimeiltä tulevat signaalit ja jakaa ne ohjauskomentoina servoille. Vastaanotin myydään useimmiten lähettimen mukana ja eri valmistajien tuotteita ei ole syytä sekoittaa keskenään.

Vastaanottimessa kirjainyhdistelmä PPM tarkoittaa tavallista FM-modulaatiota. Lisäksi on olemassa ns. PCM-standardi. Pulse Code Modulation -tyyppiset vastaanottimet eivät altistu häiriöille yhtä helposti, kuin PPM-vastarit.

PCM-vastaanottimeen voidaan myös ohjelmoida lähettimeistä käsin ohjaimien asennot, jotka otetaan käyttöön radiolähetteen kadotessa. Tällöin esimerkiksi moottori voidaan asettaa tyhjäkäynnille häiriön sattuessa, jotta kopteri ei karkaa. Myös kaikkein yleisin häiriölähde, eli voimansiirron huonokuntoiset laakerit, poistuu ja useimmiten yhteys lähettimen ja vastaanottimen välille palaa moottorin kierrosten pienentyessä. Kopterikäytössä PCM-vastaanottimet ovat yleisempiä ja niitä suosittelemme, eriäviäkin mielipiteitä on.

Gyro

Gyron tehtävä on vakauttaa kopterin pystyakselin ympäri tapahtuvia liikkeitä. Se on sähköinen vastaanottimen ja peräroottoria ohjaavan servon väliin kytkettävä laite, joka koostuu anturista ja ohjauselektronikasta. Mekaanisessa gyrossa kopterin liikettä aistii pyörivä hyrrä, mutta niitä ei enää edes valmisteta. Sähköisten, eli piezogyrojen hinnat ovat nykyään niin halpoja, että mikään syy ei puolusta mekaanisen gyron käyttöä.

Nykyään myytävistä gyroista suurin osa on Heading Lock -tyyppisiä, eli niiden elektroniikka kykenee pitämään kopterin kulmanopeuden vakiona riippumatta lentosuunnasta. Tuulen kääntäessä kopteria HL-gyro ei ainoastaan vaimenna liikettä, vaan estää sen kokonaan. Takaperin lennättäminen ei Heading Lock -gyroa käytettäessä ole erityisen vaikeaa kopterin pysyessä suorassa itsestään.

Servot

Servot muuttavat vastaanottimelta tulevat komennot mekaaniseksi liikkeeksi kopterin hallintalaitteille. Servojen hintahaitari on varsin laaja ja hinta on suorassa suhteessa ominaisuuksiin. Servot voidaan jakaa digitaalisiin ja analogisiin servoihin ja niiden paremmuutta mitataan nopeuden, voiman, pitokyvyn ja keskittämistarkkuuden avulla.

Nopeus määritetään aikana, joka servolla kuluu kääntää servotähteä esimerkiksi 60°. Normaalisti tämä on noin 0,2s, nopeimmilla peräservoilla reilusti alle 0,1s. Käytännön merkitystä servon nopeudella onkin lähinnä hyvien gyrojen kanssa käytettävien peräservojen kohdalla.

Voimaa servoissa tarvitaan lähinnä lapakulmien ohjaamiseen, eikä siihenkään määrättömän paljon. Vakioservoissa voimaa (vääntöä) on noin 3,5kgcm, voimakkaimmissa vakiokokoisissa servoissa jopa 10kgcm.

Pitokyvyllä tarkoitetaan servon kykyä pitää servotähti käyttäjän haluamassa pisteessä ulkoisten voimien vaikutuksen alla. Parhaita tässä ovat hyvät digitaaliservot, vaikutuksen huomaa vasta kokeneempi lennättäjä.

Keskittämistarkkuudella kuvataan sitä, kuinka tarkasti servotähti palautuu samaan kohtaan käytyään jossain muussa asennossa. Esimerkiksi käännettäessä lähettimen tikku keskeltä laitaan ja takaisin keskelle on helppo nähdä, tekeekö servo täsmälleen saman liikkeen. Tässäkin ominaisuudessa mitattuna digiservot ovat parhaita. Ominaisuuden merkitys on suurimmillaan hyvien gyrojen kanssa käytettävissä peräservoissa.

Kuten edeltä käy ilmi, peräservon, eli peräroottoria ohjaavan servon merkitys on varsin suuri. Hyvän gyron yhteydessä kannattaa aina käyttää hyvää servoa, tai gyron ominaisuuksista ei saa mitään irti. Aloittelevan harrastajan kopterissa käyvät kuulalaakeroidut vakioservotkin, mutta niiden käyttöikä jää lyhyeksi rajoittuneiden ominaisuuksien ja kopterissa esiintyvien kovien värinöiden takia.

Akkuvahti

Akkuvahdiksi kutsutaan pientä piirilevyä, jolla oleva LED-jono näyttää akun jännitteen. Akkuvahitia käytettäessä akun varaustilan havainnointi on helppoa ja edullisuutensa takia sellainen kannattaa hankkia kaikkiin polttomoottorikäyttöisiin koptereihin.

Kuvernööri

Kuvernööri eli governor on lisävarusteena hankittava polttomoottorin vakiokierrossäädin, jonka käyttäminen vähentää kaasukäyrän säätämisen tarvetta. Kuvernööri tutkii moottorin kierroslukua ja pyrkii kaasutinta säätelemällä pitämään sen käyttäjän asettamassa arvossa. Laite ei ole mitenkään välttämätön ja sen käyttäminen on lähinnä makuasia. Kuvernööri on nykypäivän koptereissa erittäin harvinainen ilmentys. 3D-lennätyksessä governori kuitenkin puolustaa paikkaansa kopterissa, koska 3D-lennossa nopeat liikkeen aikana tehdyt piruetit ovat yleisiä. Kylkilento sekä takaperin lento ovat myös tavallista 3D-lennossa, tuolloin moottorille aiheutuu merkittävästi suurempaa rasitusta kuin normaalissa eteenpäin lennossa. Tällöin roottorin kierrokset putoavat normaalilla kaasukäyrällä, tätä voidaan 3D-lennossa tehokkaasti estää käyttämällä governoria.

Vuoden 2005 F3C MM-kilpailuissa noin puolet kuskeista käyttivät governoria. Tästä voidaan tehdä päätelmä, että kisakuskit maailmalla edelleen käyttävät sitä vaikka suomen kärki on lähes kokonaan luopunut sen käytöstä.

Sähkömoottorilla toimivissa koptereissa governorilla varustettu nopeudensäädin on ehdottomasti suositeltava valinta. Se helpottaa kaasukäyrän tekemistä merkittävästi ja tuo paremmin esiin sähkömoottorin hyviä ominaisuuksia.

Polttomoottori

Yleisin RC-helikoptereissa käytetty moottorityyppi on yksisylinterinen, metanolikäyttöinen ja kaksitahtinen hehkutulppamoottori. Tunnettuja ja luotettaviksi todettuja valmistajia ovat mm. japanilaiset OS ja YS. Moottorin iskutilavuus ilmaistaan kuutiotuumina, joten esimerkiksi .50 kokoinen moottori on tilavuudeltaan 0,5 kuutiotuumaa, eli noin 8,2 kuutiosenttimetriä.

Kopterit jaetaan arkikielessä kokoluokkiin juuri moottorin iskuvoimavaroituksen mukaan. Pienimmät kopterit ovat siten kolmekymppisiä, keskikokoiset viisikymppisiä ja isoimmat kilpailuissa käytettävät mallit ysikymppisiä moottorikokojen .32, .50 ja .91 mukaan.

Yleisimmin käytetyt moottorin ovat männänrenkaalla varustettuja. Jos moottorin tyyppimerkinnässä on kirjainyhdistelmä ABC, kyseisen moottorin männässä ei rengasta ole, vaan mäntä hankaa suoraan sylinteriputken seinämää vasten. ABC-tyyppisen moottorin kylmäkäynnistys ja ensimmäiset käyttökerrat ovat usein hankalia kovan kitkan vuoksi.

Tulppa

Moottoreiden mukana ei yleensä toimiteta hehkutulppaa, vaan sen hankinta jää ostajan vastuulle. Oleellista tulppaa hankittaessa on tietää haluttu lämpöarvo. Valitettavasti yhtenäistä standardia tulppien luokittelussa ei ole, vaan jokaisen valmistajan kohdalla on tiedettävä, mitä etsii. Kaksitahtisille moottoreille kannattaa yleensä valita melko kuuma tulppa, hyväksi on käytössä todettu Enya #3, hieman viileämpi #4, sekä OS #8. Moottorin tulppavalinnassa kannattaa luottaa ohjekirjan antamiin neuvoihin.

Hehkutulpat ovat kulutustavaraa ja niitä kannattaa aina pitää pakissa useampia. Sopiva vaihtoväli tulpalle voisi olla esimerkiksi 10 gallonaa polttoainetta, tai aina kauden alussa. Kun tulpan lanka on selvästi muuttanut muotoaan tai on huonokuntoisen näköinen, on aika suorittaa vaihto.

Äänenvaimennin & pilli

Koptereissa on käytössä kahdenlaisia pakoputkia. Tällä hetkellä hieman yleisempi on tavallinen äänenvaimennin, eli muffler. Se antaa tehoa kaikilla kierrosalueilla tasaisesti eikä kiinnittämisen jälkeen tarvitse erityistä säätämistä. Tilavuudeltaan suuret vaimentimet ovat usein pienempiä parempia, valmistajia on lukuisia. Hinta on suorassa suhteessa laatuun, mutta alkuvaiheessa vaimentimen merkitys ei ole niin suuri.

Toinen ratkaisu on tehopilli, eli pilli, eli tuned pipe. Sen tarkoituksena on vastapaineaallon ja resonanssin avulla parantaa sylinterin huuhtelua ja siten lisätä hieman tehoa. Nykymoottoreista suurin osa on suunniteltu tavalliselle vaimentimelle, eikä pillistä saatava lisäteho ole suuri. Pilli toimii parhaiten yhdellä kierrosalueella ja pillin pituuden virittäminen sopivaksi on tarkkaa työtä. Aloittelijalle pilli on se vaikeampi ratkaisu, eikä niitä nykyaikana käytetä kilpailuissakaan kovin laajalti.

Edellisten lisäksi on olemassa erilaisia vaimentimen ja pillin välimuotoja, joissa on pyritty yhdistämään molempien edut. Tarjontaa on kaikille vaimennintyypeille laajalti, kannattaa kysellä seudun muilta harrastajilta.

Polttoaine

Metanolimoottoreiden polttoaine koostuu metanolista, nitrometaanista, öljystä, sekä mahdollisista korroosiosuoja-, vaahtoamisen esto-, tai muista lisäaineista.

Yleisesti on saatavilla monia valmiiksi sekoitettuja polttoaineita, joiden hinta vaihtelee nitromäärän, sekä käytetyn öljyn tyyppin mukaan. Suosittelemme käytettäväksi ainoastaan synteettisiä öljyjä entisaikojen risiiniöljyn sijaan, ellei moottorin manuaalissa erityisesti ohjata risiiniöljyn käyttöön. Risiiniöljy karstoittaa moottoria, eikä sen käytöllä kopterimoottorissa saavuteta todellista hyötyä.

Nitrometaanin tehtävä on kuljettaa lisää happea moottorin palotilaan, jolloin myös polttoaineen virtausta voidaan lisätä. Tällä pyritään tehonlisäykseen, joka aloittelijan tapauksessa ei ole ensisijaisen tärkeä. Suuri nitrometaanipitoisuus nostaa polttoaineen hintaa merkittävästi.

Nitrometaania kannattaa polttoaineen seassa joka tapauksessa olla noin 10%, jolloin erityisesti tyhjäkäyntivarmuus paranee ja moottori toimii tasaisesti koko tehoalueella. Öljyä kaksitahtimoottorin polttoaineissa on yleensä noin 20%, liian pieni öljymäärä rikkoo helposti moottorin. Manuaali antaa suuntaa myös polttoainevalinnoissa.

Säätäminen

Uutta moottoria ensimmäistä kertaa käynnistettäessä tulee kiinnittää huomiota seosneulojen asentoihin. Jokaisen moottorin kaasuttimessa on yksi tai useampia seosneuloja, joita kiertämällä säädetään ilman ja polttoaineen sekoittumissuhdetta palotilassa. Monineulaisessa kaasuttimessa neulat vaikuttavat kaasun eri alueilla, esimerkiksi siten että yksi neula säättää tyhjäkäyntiä, toinen ns. pääneula keskialuetta ja täyttää kaasua.

Neulan avaamisella tarkoitetaan sen kiertämistä vastapäivään, jolloin polttoaineen määrä suhteessa ilmaan lisääntyy, eli moottori käy rikkaammalla. Neulaa suljettaessa, eli myötäpäivään kierrettäessä polttoaineen määrä suhteessa ilmaan pienenee, jolloin moottori käy laihemmalla.

Liian rikkaalla käyvä moottori röpöttää, käy epätasaisesti, eikä anna tehoa. Liian laihalla käyvä moottori on sormella lohkon takakannesta kokeiltaessa erittäin kuuma, ei anna tehoa ja leikkaa kiinni ennemmin tai myöhemmin. Moottorin säätäminen piikille tarkoittaa neulojen sulkemista suurimman mahdollisen tehon takia. Piikillä käyvästä moottorista ei ole pitkä matka liian laihaan seokseen, jolloin moottorin elinikä lyhenee ja teho pienenee. Aloittelevan harrastajan kannattaa siis pitää moottorinsa säädöt hieman rikkaalla, jolloin riski moottorin vaurioitumisesta on mahdollisimman pieni.

Ilman lämpötila vaikuttaa moottorin seokseen siten, että kylmällä säällä neuloja on avattava, eli seosta rikastettava. Lämpimällä neuloja suljetaan. Jos edellisestä lennätyskerrasta on kulunut aikaa ja ilman lämpötila on muuttunut yli kymmenellä asteella, kattaa säädön tarve ennakoida ja kiertää neuloja hieman. Kokemus opettaa lämpötilan vaikutuksen moottorin käyntiin.

Uutta moottoria ensimmäistä kertaa käynnistettäessä seoksen asetukset kannattaa katsoa manuaalista, sillä tehtaan jäljiltä neulat ovat satunnaisessa asennossa. Moottoria kannattaa pyörittää kaasu auki ja ilman hehkua jonkin aikaa, jotta polttoaine lähtee liikkeelle. Ensimmäiset minuutit moottori on vielä sovituksiltaan nihkeä ja käy melko epävarmasti. Neuloja en kannata valmistajan ohjearvoista muuttaa vielä tässä vaiheessa. Muutaman minuutin kuluttua moottori jaksaa jo pitää kopterin ilmassa. Lämpötilaa kannattaa tarkkailla minuutin välein ja parin tankillisen, eli noin puolen tunnin käytön jälkeen, voi neuloja alkaa varovaisesti sulkea tasaisemman käynnin ja paremman tehon saavuttamiseksi. Moottorin lämpötilaa kannattaa valvoa jatkuvasti sormella lohkon takakannesta kokeilemalla. Sormet eivät saa palaa ainakaan ensimmäisen viiden sekunnin kuluessa, jos moottori on liian kuuma, on neuloja avattava.

Manuaalin lisäksi kokeneemman harrastajan neuvot ovat uuden moottorin kanssa kullannarvoinen apu.

Oheistarvikkeet ja kenttävälineistö

Kopterin ja radiolähettimen lisäksi polttomoottoriharrastaja tarvitsee vähintään seuraavat välineet:

- Startteri
 - Startteriin ja kopterin kytkinakseliin sopiva starttiakseli
 - Hehkutuslaite
 - Polttoainekannu ja pumppu
 - Hehkutulppia
 - Akkulaturi
 - 12 V akku
-
- Kuusiokoloavaimet 1,5mm, 2mm, 2,5mm ja 3mm
 - Kärkipihdit
 - Ristipääruuvitaltta
 - Hehkutulppaan sopiva hylsyavain
 - Askarteluveitsi

Startteri

Starttimoottori, eli startteri on välttämätön apuväline kopterin polttomoottorin käynnistämiseksi. Ainoastaan muutamissa moottoreissa on narukäynnistin. Startteri on varsin yksinkertainen tasavirtamoottori ja se tarvitsee toimiakseen 12 V jännitelähteen. Usein käytetään auton lyijyakkua, mutta startterin kylkeen kiinnitetty Sub-C kokoisista NiCd- tai NiMh-kennoista kasattu 12 V akkupaketti on todettu kaikkein kätevimmäksi ratkaisuksi.

Startteriin on hankittava erikseen omalle kopterimallille suunniteltu starttiakseli, joka kiinnitetään kumiholkin tai kiristysruuvien avulla startteriin. Starttiakselin vapaa pää on kopterimallista riippuen yleensä kuusioavaimen kuulapään mallinen tai pyöreä suora akseli. Kopterin kytkinakselissa on starttiakselin päähän sopiva vastakappale, jonka avulla startteri voi pyörittää kopterin moottoria käynnistettäessä.

Hehkutuslaite

Hehkutulppamoottori tarvitsee käynnistyäkseen startterin lisäksi ulkopuolista hehkuvirtaa. Tulpalle tarjottava jännite on luokkaa 1,5 – 2 V, joten startterin 12 V akku ei sellaisenaan kelpaa hehkujohdon toiseen päähän. Harrasteliikkeissä myydään erillisiä hehkulaitteita, jotka mallista riippuen joko säätävät itsenäisesti tai antavat lennättäjälle mahdollisuuden säätää hehkuvirtaa. Käyttöjännitteeksi niille kelpaa 12 V. Tällaisen hehkulaitteen laajennettua versiota kutsutaan power paneliksi, jolloin siitä löytyy virran ulostulot ja käyttökytkimet myös startterille ja polttoaineen tankkauspumpulle.

Käytössä yleistynyt ja joustavimmaksi todettu hehkutuslaite on yksittäinen 1,2 V NiCd- tai NiMh-kenno, jossa kopterin hehkutusjärjestelmään sopivat liittimet. Kun tällaisia kennoja on pakissa muutamia ja startterissa on oma akkupaketti, ei sähköjohtojen ja ison auton lyijyakun kanssa tarvitse sählätä käynnistystilanteessa ollenkaan.

Tankkausjärjestelmä

Kopteri kuluttaa polttoainetta verrattain runsaasti ja sarjavalmistestien laitteiden tankin koko riittää yleensä vain noin 15 minuutin lennättelyyn. Niinpä tankkaamisvälineistön tulee toimia luotettavasti kenttäolosuhteissa.

Polttoainekannuksi soveltuu parhaiten polttoaineen myyntipakkaus, eli useimmiten gallonan (1 gal = 3,78 l) vetoinen muovikannu. Kannun kierrekorkkiin viritetään kaksi läpivientä, joista toinen jatketaan polttoaineletkun pätkällä kannun pohjalle asti. Letkunpätkän päähän kannattaa virittää vielä klunkki eli paino, jotta viimeisetkin polttoainepisarot saadaan pumpattua kannusta.

Polttoaineletkua jatketaan pumpulle, joka voi olla joko sähköinen tai käsin veivattava malli. Pumpusta lähtevään letkuun kannattaa laittaa polttoainesuodatin ja viimeiseksi pätkä putkea tai jokin muu liitin, jolla letku saadaan kiinni kopterin polttoainejärjestelmään tankkaamisen ajaksi. Erityisiä lennökkikauppojen tankkausliittimiä ei kopterikäyttöön suositella, sillä ne alkavat vuotaa helposti ja samalla paineenvaihtelut heikentävät moottorin käyntiä. Erillinen tulpattava haara tankin ja kaasuttimen välisessä letkussa toimii kaikkein parhaiten.

Hehkutulpat

Kaksitahtisen metanolimoottorin hehkutulpat ovat aina jokseenkin kulutustavaraa, joten niitä kannattaa pitää mukanaan pari ylimääräistä. Hyvin säädetyllä moottorilla yksi tulppa saattaa tosin kestää parikin kautta.

Akkulaturi

Kopterin vastaanotinakku kestää kapasiteetistaan riippuen noin kolmesta kahdeksaan tankillista ennen jännitteen laskemista vaarallisen alas. Niinpä aktiivisen harrastuksen alkaessa kehittyy myös tarvetta ladata akkuja kenttäolosuhteissa.

Älykkäät pikalaturit käyttävät 12 V jännitettä, joten viimeistään ladattaessa on syytä pistäytyä auton konepellin alla. Laturille tulee asettaa seuraavat minimivaatimukset: Automaattinen lataus ja purku, jännitteen ja akun kapasiteetin näyttö sekä kyky ladata kaikkia harrastuksessa tarvittavia akkuja. Noin 100 € investoinnilla pääsee alkuun, samalla kannattaa hankkia tarvittavat johdot ja liittimet.

12 V akku

Mikäli startterinsa ja hehkunsa on virittänyt toimimaan omilla akuillaan, tarvitsee erillistä 12 V jännitettä ainoastaan akkulaturille. Tällöin auton konepellin alta löytyvä akku riittää aivan loistavasti. Normaalit kenttäpäivän lataukset eivät auton tyhjennä auton akkua niin tyhjäksi, että se ei enää jaksaisi käynnistää auton moottoria illan tullen.

Radion ominaisuudet

Nykyaikaisen ohjelmoitavan radio-ohjaimen ohjelmiston ominaisuudet voidaan jakaa karkeasti kahteen eri ryhmään. Ominaisuuksiin jotka vaikuttavat radio-ohjaimen käyttöön ja valittuna olevan pienoismallin ominaisuuksiin. Toiseen ryhmään kuuluvat ne ominaisuudet joilla vaikutetaan pienoismallin ohjaukseen tavalla tai toisella. Jaottelu selviää paremmin lukemalla tätä osaa eteenpäin. Osa ominaisuuksista esiintyy eri merkkisissä radioissa eri termein toiminnan ollessa kuitenkin samanlainen. Ominaisuudet on esitelty JR:n käyttämien termien mukaisesti. Suluissa on laitettu Futaban käyttämä termi mikäli termit eroavat toisistaan.

Radion käyttö alkaa tavallisesti uuden mallin luomisesta ja radion ohjaustavan valinnalla jne. Nämä kuuluvat tuohon ryhmään joilla vaikutetaan radio-ohjaimen käyttöön. On siis luontevaa aloittaa ominaisuuksien esittely tästä ryhmästä. On huomioitava, että eri radiomallien välillä ei välttämättä ole tehty yhtä selkeää jaottelua näiden ominaisuuksien välillä mitä tässä on esitetty, tärkeää onkin vain ymmärtää ominaisuuksien merkitys ja jaottelulla pyrin painottamaan näitä merkityksiä.

Kirjoittaessani tässä luvussa mallista, en tarkoita radion tyyppiä ja mallia vaan radiossa olevaa muistipaikkaa ja sinne luotuja malliasetuksia. Samassa radiossa kun voi olla asetukset muistissa

useille erilaisille laitteille. Radion ohjelmasta vaan valitaan mitä mallia käytetään, aivan kuin televisiota katsellessa kanavalla valitaan mitä ohjelmaa sieltä telkkarista katsotaan.

Ohjaustikut

Helikopterin ohjaaminen tapahtuu pääosin radiolähettimen kahdella neljään suuntaan liikkuvalla suurikokoisella sauvalla, joita yleisesti tikkuiksi kutsutaan. Tikkujen välittömästä läheisyydestä löytyvät myös trimmikytkimet, joilla kopteri saadaan säädettyä neutraaliksi tikkujen ollessa keskellä.

Eurooppalaisessa ja samalla myös Suomen suosituimmassa ohjaustavassa, eli Mode-2:ssa tikkujen toiminnot ovat seuraavat.

Nykyään ohjelmoitavissa radio-ohjaimissa voi radion ohjelman kautta valita mitä ohjausmodea radio toteuttaa. Näin ollen ei ole syytä hätään jos oma uusi radio vaikuttaa Mode1 radiolta. Se on mitä ilmeisimmin muutettavissa mode 2 tyypin radioksi helposti.

Oikea tikku

Oikean puoleisen tikun liikuttelu vaikuttaa kallistuslevyn liikkeeseen, ja siten kopterin kallistumiseen vaaka-akseliensa ympäri tikun poikkeutuksen suuntaan. Tikkua eteen työnnettäessä myös kopteri kallistuu eteenpäin (elevator suunta), jonka seurauksena se lähtee liikkumaan kallistuksen suuntaan. Mikäli tikku pidetään poikkeutettuna, kopterin kallistuminen jatkuu.

Tikun liikuttaminen taakse kallistaa kopteria taakse ja samoin tikun poikkeuttaminen oikealle (aileron suunta) tai vasemmalle kallistaa kopteria samaan suuntaan.

Vasen tikku

Vasemman tikun sivuttaisliikkeeseen on kytketty kopterin peräroottorin (rudder) lapakulmien ohjaus. Kopteri kiertyy peräroottorinsa ohjaamana pystyakselinsa ympäri siten, että *nokka* kääntyy tikun suuntaan. Tikkua oikealle poikkeutettaessa kopteri alkaa siten pyöriä ylhäältä katsottuna myötäpäivään ja päinvastoin.

Yleinen harhakäsitys on asettaa kopterin *perä* kääntymään tikun liikkeen suuntaan, mutta tästä tavasta aiheutuu ongelmia viimeistään nopean lennon opettelussa kallistuksen ja perän ohjauksien toimiessa keskenään epäloogisesti.

Vasemman tikun liike ylös-alas suunnassa vaikuttaa samanaikaisesti moottorin kaasuun (throttle) ja pääroottorin lapakulmaohjaukseen (collective pitch / pitch). Normaalisti ohjaus asetetaan siten, että tikun liike ylös/eteen nostaa moottorin tehoa ja kasvattaa lapakulmia. Näin tikkua eteen työnnettäessä oikein päin oleva helikopteri nousee ylös ja vastaavasti tikkua taakse vedettäessä kopteri menettää korkeuttaan.

Lentotilat

Käyn ihan aluksi lyhyesti läpi mitä ovat lentotilat koska niihin viitataan radion ominaisuuksien kuvauksissa. Lentotilat ovat niin merkittävä asia kopteriradiossa, että ne on syytä käydä jollain tapaa läpi ihan aluksi.

Kopteria ajettaessa on tavallisesti kolme peruslentotilaa, leijutuslentotila, taivaslentotila ja autorotaation ajamiseen tehty lentotila. Näissä kaikissa kolmessa tapauksessa kopterin ohjausintressit ovat erityyppiset ja tästä syystä radioon tulisi saada jokaiseen lentotilaan sopivat ohjaukseen vaikuttavat asetukset voimaan jotta ohjausominaisuudet halutussa lentotilassa olisi toivotun kaltaiset.

Normal mode, Hovering mode

Tämä lentotila on se lentotiloista se kaikkein tavallisin. Normal modella suoritetaan kopterin nostaminen ilmaan, kopterin laskeutuminen moottorin käydessä ja rauhallinen leijuttelu ja lentäminen matalalla. Normal modella ei tehdä temppuja. Tällöin kopterin ohjauksen toivotaan usein olevan rauhallista ja pehmeää, sekä moottorin käyvän rauhallisemmin ja lapakulmien ajamisen olevan pehmeää.

Stunt mode (Idle Up)

Taivaslento ja taitolento eroaa melko paljon leijuttelusta. Taivaalla usein lennetään lujaa ja moottorista pitää saada enemmän tehoa ulos jotta kierroksia olisi aina nupissa riittävästi. Tästä syystä maksimi lapakulmatkaan ei ole usein yhtä suuret kuin leijunnassa. Nopeuden takia roottorin ohjaukseen tarvitaan suuremmat liikealueet kuin leijunnassa. Myös temppujen lentäminen vaatii nopeampaa kääntyvyyttä ja sekin lisää ohjausalueiden kasvatuksen tarvetta. Gyron herkkyyttä tulee pudottaa nousseiden kierrosten takia. Tarvittaessa myös ohjaukseen tulee lisätä exponentiaalisuutta suurempien liikealueiden takia. Tavallisesti kopterin trimmit myös muuttuvat leijunnan ja taivaslennon välillä.

Hold (Throttle hold)

Joskus on tilanteita kun pitää ajaa autorotaatio eli hätälasku. Tällöin moottorin on joko sammuksissa tai tyhjäkäynnillä koko ajan. riippumatta kaasuntikun asennosta. Kaasun ohjaus siis muuttu merkittävästi muihin lentotiloihin nähden. Peräroottorin trimmit saattaa olla erilaiset autorotaation aikana sekä muut asetukset. Etenkin lapakulmia tulee saada roottoriin niin paljon kuin on mahdollista saada.

Kuten havaittiin niin lentotilat voivat poiketa hyvinkin paljon toisistaan ja ne tarvitsevat kaikki omanlaisensa asetukset jotta lentäminen olisi mielekästä. Lentotilat siis tarkoittavat näitä radion kytkimillä kesken lennon vaihdettavia ohjausasetusten muutoksia. Radio-ohjaimeen voidaan siis ohjelmoida erilaisia lentoasetuksia jotka saadaan käyttöön kesken lennon valitun kytkimen asentoa muuttamalla.

Radion malli asetukset

Model select

Model select kohdasta voidaan valita radion muistipaikasta valittu pienoismalli ohjelmiseen, mikäli pienoismalleja on monia. Jos radiossa on vasta yhden pienoismallin asetukset ja halutaan tehdä uudelle pienoismallille uudet asetukset ja säilyttää entiset ennallaan, niin tällöin täältä valitaan tyhjä mallimuistin paikka.

Model name

Model name kohdassa voidaan nimetä käytetty mallimuistipaikka. Normaalisti nimenä käytetään pienoismallin nimeä jolloin radion malli on nopeasti yhdistettävissä oikeaan pienoismalliin.

Model copy

Model copy toiminnolla olemassa olevat asetukset voidaan kopioida toiseen muistipaikkaan. Esimerkiksi toimivat asetukset voidaan kopioida talteen toiseen muistipaikkaan jos tahdotaan kokeilla jotain erilaisia asetuksia. Joissain radioissa myös onnistuu mallin kopioiminen radiosta toiseen välikaapelin avulla.

Type select

Type select kohdasta tavallisesti valitaan mallin tyyppi (liidokki, moottorilennokki tai kopteri). Tämä sen takia koska jokaiselle on omanlainen valikko radiossa ja omat ominaisuutensa.

Model reset

Model reset kohdassa voidaan valittuna oleva malli palauttaa alku-arvoihin. Siis tilanteeseen jossa malli oli ennen kuin sinne tehtiin mitään asetuksia. Tätä käytetään normaalisti vain silloin kun jotain pienoismallia ei enää itsellä ole ja sen asetukset tahdotaan pyyhkiä pois radion muistista.

Modulation

Modulation tarkoittaa radion käyttämään radiosignaalin modulaatiota. Pienoismallissa käytetty vastaanotin ratkaisee tämän valinnan. PPM tarkoittaa normaalia FM vastaanotinta, tätä modulaatiota käytetään myös aina tietokoneiden simulaattorin yhteydessä. SPCM tai PCM tarkoittaa Pulse Code Modulation valintaa. PCM tekniikka ei ole yhtä altis häiriöille kuin pelkkä FM-tekniikka. Suosittelemme aina koptereiden kanssa käytettäväksi PCM-tyyppisiä vastaanottimia.

Trim step

Trim step tarkoittaa radion trimmien yhden napsun vaikutusta. Usein oletusarvona trim step kohdassa on neljä. Tämä tarkoittaa sitä, että servon asento muuttuu melko paljon yhden trimmin napsun vaikutuksesta. Kopterit ovat herkkiä laitteita ja suosittelemme, että ainakin aileron, elevator sekä rudder trimmien arvoiksi muutetaan 1. Tällöin trimmien vaikutus on vähäisempi ja kopterin tarkempi trimmaaminen on mahdollista.

Swash type

Swash type kohdasta valitaan kopterin ollessa mallina kopterin käyttämä kallistuslevyn ohjausmenetelmä. Valintana on usein kolmesta viiteen erilaista kallistuslevyn tyyppiä. Pääjako näissä on mekaanisesti miksattu ohjaus, joka on melko tavanomainen suomessa markkinoilla olevissa polttomoottorikoptereissa. Pienemmissä sähkökoptereissa usein käytetään elektronista miksausta eli CCPM ohjausta. Tähän on radion valinnoissa myös muutamia erilaisia kallistuslevy valintoja. CCPM-miksaus tarkoittaa sitä, että radio huolehtii normaalisti kolmen servon yhtäaikaista ohjauksesta joilla kallistuslevyn asentoa ohjataan.

Stick mode

Stick mode tarkoittaa radio-ohjaimen ohjaustikkujen toiminta tavan valintaa. Euroopassa on käytössä mode 2, kun aasiassa mode 1 on yleisempi tyyppi

Mode2 tarkoittaa sitä, että radio-ohjaimen oikean puoleisella tikulla ohjataan kallistuslevyn kallistusta oikealle ja vasemmalle sekä eteen ja taaksepäin. Aileron ja elevator suunnat. Radion vasemmalla tikulla ohjataan kopterin kaasua ja lapakulmia sekä peräroottorin lapakulmia.

Mode1 tyyliässä radiossa nuo ohjaukset menevät toisin päin.

Mallikohtaiset asetukset

D/R & EXP

Dual Rate ja Exponential on esitelty samassa kohdassa koska usein ne ovat radiossa saman valikon alla. Dual Rate on aileronin (sivuttaiskallistus), elevatorin (pituuskallistus) ja rudderin (peräsinohjas) liikealue. Tämä liikealue eroaa travel adjustmentista siten, että kun travel adjustment vaikuttaa kaikkiin lentotiloihin, voidaan dual rate ”puolittajilla” vaikuttaa ohjaukseen vaikuttavien

liikealueiden laajuuteen jokaisessa lentotilassa erikseen. Esimerkiksi leijunta lentotilaan voidaan asettaa dual rate arvoilla pienemmät liikealueet mitä stuntmode tiloihin joilla taivaslentoa lennetään. Tällöin kopterin toiminnasta saadaan leijunnassa rauhallisempi.

Exponential on puolittajien tavoin asetettavissa jokaiselle lentotilalle erikseen ja vain aileron, elevator ja rudder kanaville puolittajien tapaan. Exponential toiminnalla saadaan jonkin ohjauskanavan (aileron, elevator tai rudder) ohjaus määriteltä epälineaariseksi. Tämän idea on siinä, että esimerkiksi kun usein taivaslennossa on suuret liikealueet niin halutaan, että kopterin ohjaustuntuma olisi lähellä ohjaustikkujen keskikohtaa rauhallinen jolloin pienet mahdolliset ohjausvirheet eivät välity kopteriin niin suurina. Tällöin voidaan ohjaustikun ohjaustehoa pienentää lähellä keskialuetta. Tästä johtuen sitten lähempänä reunaa ohjausteho kasvaa nopeammin. Ohjaus on siis epälineaarinen. Asetuksen voi tarvittaessa tehdä toisin päin. Siis siten, että lähellä tikun keskikohtaa ohjaus on todella rajua ja nopeata ja ohjaustikun lähestyessä laitaa ohjausteho heikkenee. Tämän tyylistä käyttöä en ole vielä tosin missään havainnut. Usein taivaslennossa jossa on suuremmat liikealueet käytetään exponential toimintoa rauhoittamaan ohjaustikkujen keskikohtaa tahattomien ohjausliikkeiden vähentämiseksi.

Reverse

Reverse ominaisuutta käytetään servojen liikesuunnan vaihtamiseen. On hyvin tavallista, että pienoismallia asennettaessa jokin tai jotkin servoista kääntyvät juuri väärin päin mitä sen tulisi kääntyä radiolla sitä ohjattaessa. Reverse ominaisuudella voidaan tällöin muuttaa servon toimintasuunta käänteiseksi jolloin se saadaan toimimaan oikein päin.

Sub trim

Pienoismallin viimeisissä asennustöissä tehdään servojen asetukset. Kopterissa servopyörät tulee saada 90 asteen kulmaan ohjauslinkkiä nähden tikkujen ollessa keskiasennossa. Usein servo pyörän irrottamalla ja vaihtamalla sen asentoa servoon saadaan servopyörä hyvin lähelle haluttua kohtaa. Aina tämäkään tapa ei riitä, vaan servopyörä tulee elektronisesti asettaa keskelle. Sub trim on ominaisuus radiossa jolla voidaan tehdä servopyörien tarkka keskityskohta.

Travel adjustment (End Point)

Travel adjustment tai End point asetuksella määritellään servojen maksimiliikeradan säätö. Esimerkiksi aileron kanavallalle voidaan määrittää maksimi liike sekä oikealle ja vasemmalle kallistettaessa. Tällöin maksimi ohjaustehojen asettaminen on helppoa. Useimmissa tapauksissa maksimiliikemäärän tulee olla yhtä suuret molempiin suuntiin. Jollei näin ole on servon keskitys tavallisesti epäonnistunut ja servo ei ole oikeassa asennossa keskitettynä.

Maksimiliikeradat asetetaan ilman puolittajien vaikutusta, eli puolittajien arvojen tulee olla 100% siinä tilanteessa kun travel adjustment arvot säädetään.

Throttle Hold

Throttle Hold asetuksia käytetään autorotaation ajamiseen. Tämän valikon kautta voidaan asettaa kaasun asento autorotaatiota ajettaessa sekä perälapojen ohjauskulmat jne.

Throttle curve

Throttle curve valikon takaa asetetaan lentotiloihin kaasukäyrät. Kaasukäyrillä ohjelmoidaan kaasunohjaus vasemman tikun eri asennoissa. Tästä on lisää osiossa joka käsittelee setupin tekemistä. Kaasukäyrät voidaan luoda kaikille muille lentotiloille paitsi Hold tilalle.

Norm-tila tarkoittaa leijuntatilaa, ST1 ”stunt mode 1”, Futaban radioissa (Idle Up 1) tarkoittaa taitolentotilaa. Näitä eriasteisia stuntmode tiloja on radion mallista riippuen yhdestä kuuteen tai jopa enemmän. Tavallisesti kopteri käytössä on leijunta lentotilan lisäksi kaksi taivaslentotilaa sekä Hold tila autorotaation ajamista varten.

Pitch curve

Pitch curve on aivan kuten kaasukäyrä yläpuolella. Tällä vain ohjelmoidaan kaasunohjauksen sijasta lapakulmien ohjaus vasemman tikun eri asennoissa eri lentotiloissa.

Revolution mix

Vanhanaikaiset rate mode gyrot tarvitsevat hyvin toimiakseen revolution mixing ominaisuutta. Tällä ominaisuudella voidaan yhdistää peräroottorin lapakulmien ajaminen pääroottorin lapojen ohjaukseen. Tällöin lapakulmia muutettaessa kopterin pyörintä voima kasvaa tai heikkenee riippuen lapakulmien muutoksesta. Tätä pyörintävoiman muutosta kompensoimaan on tehty kyseinen revolution mixin ominaisuus jonka avulla pyritään kumoamaan lapakulmien muutoksesta aiheutunut pyörimispyrkimys.

Nykyaiakaisten Heading hold gyrojen kohdalla ei revolution mixing ominaisuutta saa käyttää. Tällöin se tulee kytkeä pois käytöstä

Gyro sensitive

Useissa nykyaikaisissa gyroissa on mahdollisuus muuttaa niiden toimintaherkkyyttä lennon aikana. Tämä tehdään tavallisesti lentotilaa muutettaessa, esim. vaihdettaessa leijuntatila taivaslentotilaan. Tämän valikon kautta voidaan siis vaikuttaa näihin gyron herkkyyteen vaikuttaviin säätöihin eri lentotilojen kohdalla.

Fail Safe

Fail Safe ominaisuus toimii vain PCM modulaatiota käyttävissä vastaanottimissa. Tätä ominaisuutta käytetään varatoimenpiteenä sille tilanteelle jos vastaanotin menettää yhteyden radio-ohjaimeen syystä tai toisesta. Fail safe ominaisuudella pystytään ohjelmoimaan servojen asennot kyseisen virhetilanteen sattuessa. Esimerkiksi jos vastaanotin menettää yhteyden lähettimeen, on fiksua ratkaisu ohjelmoida kaasun asento tyhjäkäynnille. Tällöin lennättäjä havaitsee radiohäiriön. Radiohäiriöt usein johtuvat viallisista moottorin laakereista, tällöin moottorin kierrosluku muuttuu ja häiriö saattaa poistua ja voidaan mahdollisesti suorittaa hätälasku hallitusti. Mikäli taas häiriö ei poistu niin kaasua auki ulkova moottori ei aiheuta enempää tuhoa onnettomuuden sattuessa.

Trainer

Trainer valikon takaa löytyy valinnat opetuskaapelien käytölle. Opetuskaapeli on kaapeli, jossa kaksi saman tyyppistä radio-ohjainta voidaan yhdistää kaapelilla. Opettaja pystyy radion kytkimen avulla antamaan oppilaan ohjata omalla radiollaan pienoismallia. Opettaja kuitenkin voi ottaa pienoismallin hallinnan itselleen tarvittaessa heti radion kytkimen avulla.

Opetuskaapelien käyttö kopteripuolella on merkittävästi vähäisempää kuin lennokkipuolella.

Timer

Radio-ohjaimissa on erinäinen määrä erilaisia ajastimia. Timer valikon takaa voidaan muuttaa niihin liittyviä asetuksia. Osassa radio-ohjaimia on mallikohtainen ajanotto. Tämä tarkoittaa sitä, että se kerää tietoa miten pitkään jotain radion mallia on käytetty sen luonnista lähtien. Vain mallin

resetointi nollaa tämän. Sitten on erinäinen määrä käyttäjän ohjelmoitavia ajastimia joilla voidaan toteuttaa esimerkiksi hälytys joka varoittaa polttoaineen tai virran loppumisesta akuista tms.

Monitor (Servo monitor)

On hyvinkin mahdollista törmätä tilanteeseen jossa olisi hyvä nähdä servojen ohjaus signaalien teho ilman, että näkee pienoismallin servojen liikettä. Tällaisia tilanteita saattaisivat olla esimerkiksi jos etsitään jotain merkillistä vikaa ohjauksessa jolloin servojen ohjauksen näkeminen ei ole riittävän luotettava tieto. Monitor valikosta voidaan nähdä radio-ohjaimen todelliset ohjaussignaalit joita se lähettää vastaanottimelle. Tämä usein kuvataan palkkia diagrammilla jossa palkkien pituus kuvastaa ohjauksen suuruutta ja palkin suunta ohjausliikkeen suuntaa.

Thortle trim

Radio-ohjaimissa joissa on thortle-cut ominaisuus ja digitaalinen kaasutrimmi, voidaan tämän valikon kautta määritellä kaasutrimmin toimintaa.

Thortle cut

Thortle cut ominaisuus löytyy kaikista radio-ohjaimista joissa on digitaalinen kaasutrimmi. Tämä thortle cut ominaisuus tarkoittaa sitä, että johonkin radio-ohjaimen kytkimeen voidaan ohjelmoida kaasun sammutus josta moottori voidaan sammuttaa kaasun servon ollessa vain vähän auki. Thortle cut ominaisuus ei siis toimi kesken lennon jollei sitä erikseen siihen ohjelmoi. Kaikissa radioissa sen vääränlainen käyttäminen on estetty täysin. Tällöin sitä ei voida edes ohjelmoida toimimaan väärin.

Programmed mix

Radio-ohjaimen mallista riippuen radiossa on niin sanottuja vapaita miksauksia joilla käyttäjä voi itse yhdistää eri toimintoja samaan ohjaukseen. Lennokkien ollessa kyseessä voitaisiin siivekkeiden ohjaukseen yhdistää sivuperäsimen ohjaus jolloin lennokin kaarto voidaan toteuttaa paremmin pelkästään siivekkeitä ohjaamalla, tällöin ohjattaisiin automaattisesti myös sivuperäsintä.

Kopteri käytössä on aina valmiiksi eräs miksaus. Radio-ohjaimen vasemman ohjaustikun liike muuttaa sekä kaasua ja lapakulmia. Ne on siis miksattu yhteen. Näillä vapailla miksauksilla voidaan siis luoda mielivaltaisia ohjausyhdistelmiä. Tavallisesti näitä ei käytetä. Ei ainakaan silloin jollei tiedetä täysin tarkkaan mitä tehdään ja minkä takia. Usein kilpakukskeilla on käytössään jonkin sortin miksauksia, mutta he nyt tavallisesti tietävät miksi ovat miksauksen tehneet ja onko se hyväksi vai huonoksi. Tavallinen kopteriharrastaja käyttää hyvin harvoin vapaasti ohjelmoitavia miksauksia.

Radio-ohjaimen namiskat

Radio-ohjaimessa on ohjaustikkujen lisäksi erinäinen määrä kytkimiä joilla voidaan valita esimerkiksi lentotila, asettaa ajastimia päälle, ohjata laskutelineitä jos ne ovat sisään vedettävät, muuttaa gyron toimintaa jne. Tämän lisäksi radio-ohjaimessa on yhdestä neljään pyöritettävää nuppia. Näistä kaksi on niin kutsutut hoverin thortle ja hovering pitch säädöt.

Hoverin thortle

Säätönupista voidaan leijunnan aikana hienosäätää leijunnassa käytettyä kaasukäyrää. Tällä siis voidaan lisätä kaasua tai laskea kaasua leijunnan aikana muuttamatta lapakulmia. Tämä on ominaisuus jota lähinnä kilpailijat ja kokeneet lennättäjät käyttävät.

Hovering pitch

On kuten hovering thortle. Tällä vain voidaan hienosäätää leijunnan lapakulmakäyrää muuttamatta kaasun asentoa. Lapakulmia voidaan siis nuppia kiertämällä laskea tai nostaa leijutuksen aikana. Kuten Hovering thortle niin myös tämä on lähinnä kilpailijoiden käyttämä säätö.

Näillä kahdella asetuksella voidaan siis vaikuttaa kopterin leijuntakäyttäytymiseen ilman lapakulma ja kaasukäyrien uudelleen ohjelmointia.

Sliderit

Joissakin radiomalleissa on ohjaimen sivuilla erilliset sliderit. Näihin voidaan ohjelmoida haluttuja toimintoja. Usein vasemman puoleisessa on taivaslentotilan maksimilapakulmien säätö. Tällöin taivaslennossa voidaan ajon aikana lisätä maksimilapakulmia, mikäli se koetaan tarpeelliseksi. Oikean puoleisessa sliderissa saattaa olla esimerkiksi seossäätö, mikäli kopteriin on rakennettu radio-ohjaimella säädettävä seoksen säätö. Nämä molemmat ominaisuudet ovat lähinnä kilpailijoiden käyttämiä apukeinoja.

Mekaniikka

RC-kopteri koostuu samoista pääosista kuin 1:1 helikopterikin. Joitain teknisiä eroavaisuuksia luonnollisesti löytyy, mutta pääpiirteissään toimintaperiaate on molemmissa sama.

Runko

Kopterin rungolla tarkoitetaan normaalisti sitä perusrakennetta (kehikkoa), jolla kopterin kantavat osat ovat toteutettu. Yleensä sen muodostaa joko kaksi tai useampi muovista valettu, tai hiilikuitu- tai alumiinilevystä leikattu kappale yhteen ruuvattuina. Näillä perusosilla siis luodaan kopterille runko, joka yhdessä siihen kiinnitettyjen mekaanisten osien kanssa muodostaa mekaniikan. Runkoon ei siis kuulu roottorin nuppi, peräputki roottoreineen tai mikään ohjausjärjestelmän osista.

Runko muodostaa perustan kopterin toiminnalle, joten sen rakentamiseen ja kuntoon tulee kiinnittää erityistä huomiota. Usein muovirungot ovat varsin helppoja rakentaa ja ylläpitää. Niiden rakentaminen suoraksi on kohtuullisen helppoa ja varsinkin aloittelevalle harrastajalle se on suuri etu. Monet hiilikuitu- tai alumiinilevystä koostuvat rungot ovat erittäin vaikeita rakentaa suoraksi. Suoraksi rakennetussa rungossa laakeripukit ovat linjassa ja rungon kulmat suorassa toisiinsa nähden esimerkiksi tasaisella lasipöydällä tarkasteltaessa. Myöskään minkäänlaisia jännityksiä runkoon ei saa jäädä, eli sitä ei tule rakentaessa ”pakottaa” ruuvien avulla mihinkään asentoon. Jännitykset edesauttavat esimerkiksi alumiinirungon murtumista värinän vaikutuksesta.

Helppoutensa takia muovirungot ovat varsin suosittuja. Muovirungot ovat lisäksi merkittävästi hiilikuiturunkoja halvempia, joten sellaisen hajoaminen ei tee kovin suurta lovea budjettiin.

Joissain erikoistapauksissa eri runkomateriaaleja yhdistellään Esimerkiksi vuoden 2004 Euroopan mestaruuden voittanut Rüdiger Feil lensi kopterilla, jonka rungon yläosa oli muovia ja alaosa hiilikuitua.

Runko koostuu siis normaalisti kahdesta tai neljästä runkolevystä. Ne liitetään toisiinsa niin sanotuilla cross membreillä. Nämä cross memberit ovat tavallisesti alumiinista työstettyjä pyöreitä tai kuusikulmaisia tappeja, joiden päissä on kierteet ruuveja varten. Rungon kasaamisessa käytetään myös collareita, jotka ovat myös alumiinista työstettyjä holkkeja aivan cross memberien tavoin, mutta niiden reiässä ei ole kierteitä.

Rungon puoliskoja yhdistää lisäksi moottori-, sekä laakeripukit

Rungon rakentaminen

Rungon rakentamisessa tulee kiinnittää erityisesti huomiota siihen, että rungosta tulee suora. Muovirungot normaalisti asettuvat suoraan ilman sen kummempia taikatemppeja. Hiilikuitu tai alumiinilevyistä koostuvan rungon kanssa on syytä käyttää apuna suorakulmia sekä mahdollisimman suoraa ja tasaista pintaa, lasinen pöytä tai keittiön melaniinipöytä ovat hyviä, kunhan perheen muut osapuolet suhtautuvat positiivisesti harrastukseen. Myös muovirungot on syytä kasata suoralla pöydällä.

Ruuvien ruuvaamisessa tulee kiinnittää erityistä huomiota ruuvilukitteiden käyttöön. Kaikissa ruuveissa jotka kiinnitetään metalliin tai mutteriin, jossa itsessään ei ole lukitusta (esim. nyloc), tulee käyttää tarkoitukseen soveltuvaa ruuvilukitetta. Lukitteita myydään niin huoltamoilla, kuin supermarketien työkaluosastoillakin. Luultavasti lukitetta saa myös kopterin myyneestä harrasteliikkeestä.

Ruuvilukitteen käyttö on hyvin tärkeää, koska kopterissa esiintyy aina värinää monella eri taajuudella. Mutterit ja ruuvit alkavat löystyä hyvin nopeasti, mikäli lukitetta ei käytetä. Puutteellisesti kasatuista koptereista on usein irronnut osia jo ensimmäisellä lennolla vain parin minuutin käytön jälkeen. Myös ihmisiin kohdistuva turvallisuusriski on siten hyvin suuri.

Sopiva määrä ruuvilukitetta on ruuvissa suunnilleen silloin, kun ruuvin päähän pudotetaan tippa lukitetta ja ylimääräinen lukite kevyesti kuivataan talouspaperiin. Näin lukitetta on vain kierteissä ja paperissa pyöräyttäminen levittää sen tasaisesti ruuvin ympärille. Lukitetta ei tarvitse laittaa koko ruuvin kierteelliselle osalle vaan ainoastaan päähän noin 5mm matkalle. Hyvä tekniikka säästää lukitetta on pudottaa sitä tippa ruuvin kärkeen ja paperiin pyöräyttämisen sijasta pyörittää ruuvin päätä toisen ruuvin päätä vasten. Näin kahteen ruuviin tulee samalla kertaa sopiva määrä lukitetta.

Muoviin kiinnittyviin ruuveihin ei tule laittaa lukitetta, halutessaan kierteisiin voi lisätä pienen tipan pikaliimaa. Nyloc-muttereissa ei tule käyttää minkäänlaista lisävarmistusta, jotta nylonrengas ei haurastu.

Hiilikuitu- ja alumiinirunkoisissa koptereissa on suositeltavaa myöskin käyttää ruuvien alla aluslevyä, joka on halkaisijaltaan ruuvi kantaa suurempi. Tämä vahvistaa ja tukevoittaa liitosta. Useinkaan tätä ei ohjeissa mainita. Aluslevyjen käyttö kasvattaa rungon jäykkyyttä lisätessään ruuvin ja rungon välistä kosketuspintaa. Aluslevyinä voidaan käyttää normaaleja ruuvikaupasta saatavia priikkoja. Maailmalla myydään myös tähän tarkoitukseen alumiinista sorvattuja erikoispriikkoja, joilla saadaan kopteriin ennen kaikkea ulkonäköä. Lisäksi ruuvin kannan ja aluslevyn välinen kosketus tukevoituu.

Voimansiirto

Koptereissa käytetään kahta voimansiirtomenetelmää, hammaspyörä- tai hihnavetoa. Näiden suhteen ei juurikaan ole merkitystä kumman valitsee. Hihnaveto on mahdollisesti vähän helpompi rakentaa värinättömämmäksi, toisaalta hammaspyöräveto hyvin rakennettuna on pienikiteisempi, jolloin moottorin tehosta suurempi osa saadaan vietyä lavoille. Hihnaveto on myös mahdollisesti hieman hiljaisempi, ei tosin välttämättä.

Myös peräroottorin veto voidaan toteuttaa kahdella tavalla, joko hammashihnan (belt drive) avulla tai pitkällä kardaaniakselilla (tube drive). Näiden väliltä valittaessa kannattaa ottaa huomioon seuraavat asiat.

Perä hihnavedolla

Mikäli peräroottorin vedon välittämiseen käytetään hammashihnaa, saavutetaan hieman yksinkertaisempi rakenne voimansiirrossa, mahdollisesti värinöiden helpompi hallittavuus, sekä halvempi hinta kaputin sattuessa. Perän hihnaveto on myöskin mahdollisesti vähän tubea hiljaisempi.

Eräs tubeen Suomen oloissa liittyvä ongelma kannattaa muistaa. Kylmillä keleillä alumiininen peräputki lyhenee millin tai kaksi lämpötilan laskun takia. Perävedon hihna ei lyhene, joten se löystyy ja saattaa hypätä irti hammaspyörästä rasituksen alla. Tästä syystä perän hihnalla varustetussa kopterissa tulisi hihnan kireys tarkistaa aina kylmällä säällä lennätettäessä ja tarvittaessa kiristää se. Hihnan kiristäminen tehdään normaalisti vetämällä kiinnityksestään löysäytyä peräputkea ulos päin. Peräputkea kohti runkoa työnnettäessä hihna luonnollisesti löystyy. Myös peräputken tuet täytyy muistaa löysätä säädön ajaksi. Toimenpide vie aikaa vain muutamia minutteja.

Mikäli peräputki on hiilikuituinen, ei lämpötilan vaihtelun aiheuttamaa pituuden muutosta tapahdu käytännössä lainkaan ja yllä kuvattua ongelmaa peränhihnan kanssa ei esiinny. Hiilikuituinen peräputki on huomattavasti alumiinista kalliimpi, joten sellaisen hankkiminen ei aloittelevan harrastajan kannalta ole järkevää.

Peräputken ja peräputken tukien tulisi aina olla samaa materiaalia, jotta lämpötilanvaihtelut eivät väännä peräputkea.

Perä tubella

Peräputken sisällä kulkevaa kardaaniakselia kutsutaan tubeksi. Tube valmistetaan alumiinista tai hiilikuidusta ja se on tuettu peräputken seinämiin muutamalla kuulalaakerilla. Pienissä koptereissa putki on voitu korvata pianoteräksestä vedetyllä langalla, joka on laakeroitu esimerkiksi messinkiputken sisälle.

Tuben etuna hihnavetoon verrattaessa on hieman jäməkampi ohjaustuntuma peräroottorille. Lisäksi tube on käytännössä vapaa lämpölaajenemisen aiheuttamista ongelmista. Hinnaltaan tube on hihnaperää kalliimpi ja toteutukseltaan hieman monimutkaisempi useista laakereista ja hammasrattailla toteutetuista kulmavaihteista johtuen. Myös paino on hyvin toteutetussa hihnaperässä vähäisempi.

Ratasvälykset ja hihnan kireys

Kopterissa jossa on hammasratasveto, tulisi hammasrattaiden vällys olla sellainen, että rattaiden välistä menee paperisuikale sujuvasti läpi ja tulee krepattuna ulos. Mikäli paperi ei mene rattaiden läpi niitä pyörittäessä on hammasvälys liian pieni. Jos taas paperi ei mene selkeälle krepille on hammasvälys liian suuri. Nykyään hammasvälyksen säätäminen on melko vaikeaa puuhaa varsinkin polttomoottorikoptereissa mutta periaate on syytä tuntea. Jos vällys on liian suuri, rattaat kuluvat nopeasti. Jos vällys on liian pieni tai sitä ei ole lainkaan, rattaiden välinen kitka kasvaa huomattavasti. Kokenut harrastaja tuntee sormin rattaita heiluttamalla välyksen sopivuuden.

Perähihan on syytä olla sopiva kireä. Liian kireä hihna aiheuttaa ylimääräistä kitkaa, löysälle jätetty hihna saattaa hyppiä yli rattaista ja aiheuttaa värinää. Sopivan kireyden oppii arvioimaan ajan kanssa. Nyrkkisääntönä voidaan pitää sitä, että noin 2 cm päässä vetopyörästä hihnan puoliskoja ei tulisi saada puristettua yhteen ilman erittäin suurta voimankäyttöä. Esimerkiksi ruuvimeisselillä hihnaa painettaessa se saa ulottua noin puoliväliin kohti toista puoliskoa.

Kytkin

Kytkin on ensimmäinen rakennettava kokonaisuus voimansiirrossa moottorin jälkeen. Tämän voisi kuvitella olevan varsin yksinkertainen paketti kasata kunhan vain seuraa ohjeita. Huomiota tulee kuitenkin kiinnittää seuraaviin asioihin. Kopterin moottori pyörii lennätyksen aikana suurimmillaan noin 15 000 – 17 000 kierrosta minuutissa. Kytkimessä on raskaita osia ja mikäli ne eivät ole täysin samassa linjassa moottorin kampiakselin kanssa syntyy korkeataajuista värinää. Mitä raskaampia kytkimen osat ovat ja mitä suuremmat ovat moottorin kierrokset, sen rajumpaa on myös tarina. Ison 90 kokoluokan kopterin kytkinpaketti on kokonaisuudessaan noin 10 cm korkea. Sen ei tarvitse olla kovinkaan vinossa tyvestään, niin akselin huipulla heitto on jo melkoinen.

Mikäli kytkin halutaan rakentaa aivan suoraksi, tarvitaan avuksi heittokelloa ja paljon harjoitusta. Toki myös ilman heittokelloa rakennetulla kytkimellä voi lentää, mutta kopterin elinikä ja toimintavarmuus heikkenevät lisääntyneen värinän myötä. Heittokellon avulla kytkintä rakennettaessa kokeneet harrastajat pyrkivät saamaan kytkimen osien sivuttaisen liikkeen alle 0,05mm suuruiseksi. Toisille kelpaa vain alle 0,02mm. Täristävä kytkin aiheuttaa mm. tehohäviöitä, laakereiden rikkoutumista jonka kautta radiohäiriöitä ja pahimmassa tapauksessa esimerkiksi vastaanottimen kide saattaa hajota kesken lennon.

Kytken rakentamisen menetelmät ovat aina riippuvaisia kopterimallista, mutta työjärjestys on suunnilleen seuraavan kaltainen. Poistetaan moottorista tulppa, jotta moottori pyörii mahdollisimman herkästi eikä aiheuta virheitä mittaukseen. Todella kovan linjan kaverit poistavat moottorista kytkimen rakentamisen ajaksi myös männän ja kiertokangen, jotta moottoria on mahdollisimman herkkä pyörittää. Tavalliselle harrastajalle riittää kuitenkin tulpan poisto ja hellä sekä rauhallinen liike moottoria pyöritettäessä. Moottorin lohko, kuten heittokellokin, on syytä tukea alustaan niin jäämäkästi, että ne eivät pääse liikkumaan toisiinsa nähden rakentamisen aikana.

Kytken kasaaminen aloitetaan aivan ohjeen mukaisesti. Ensin kiinnitetään kytkinkeskiö jota kutsutaan hubiksi. Tämän jälkeen mitataan hubin liike sivusuunnassa ja ylös-alas -suunnassa. Mittaus suoritetaan mahdollisimman läheltä kytkinkeskiön yläreunaa. Mikäli moottoria ja kytkinkeskiötä pyörittäessä heittoa ei ole liikaa annetaan keskiön olla. Jos heittoa on yli sopivaksi katsottu määrä, irroitetaan keskiö ja kiinnitetään uudelleen. Nyt voidaan muuttaa mahdollisten holkkien asentoa, kiristää kiinnitysmutteri vähän tiukemmalle tai jättää vähän löysemmälle, silti riittävän tiukalle. Kiinnitysmutteri tulee aina lukita reilulla määrällä ruuvilukitetta. Kun kytkinhubi on saatu keskitettyä paikalleen, siirrytään varsinaiseen kytkinlimppuun, jonka muodostavat

kytkinpalat ja kytkinakseli. Kytkinlimpun kiinnitysruuveihin laitetaan lukitetta heti alussa. Näin se ei pääse unohtumaan lopullisesta kokoonpanosta. Mittaus tehdään limpun reunoilta ja kytkinakselin yläpäästä. Kytkinlimpun voi irroittaa ja kääntää 180 astetta saadakseen sen kohdistumaan paremmin, sillä se kiinnittyy yleensä aina hubiin kahdella ruuvilla. Limpun ja hubin väliin voi lisäillä pieniä palasia Magic-teippiä (se kova ja mattapintainen läpinäkyvä kopioteippi) ja ääritapauksissa akselin huippua voi naputella varovaisesti jollain pehmeällä lyömäaseella kohti keskustaa.

Aloittelijalle on usein helpompaa tyytyä kasaamaan kytkin ohjeiden mukaisesti, mutta kärsivällinen rakentaja palkitaan hyvin toimivalla kopterilla.

Roottorinuppi

Mekaniikan ja voimansiirron jälkeen voimme keskittyä hetkeksi siihen kopterin ehkäpä tärkeimpään ja merkittävimpään osaan, siis roottorinuppiin. Yleisesti sitä kutsutaan pelkästään nupiksi. Kallistuslevy ei varsinaisesti kuulu nuppiin, vaan on osa ohjausmekaniikkaa, eli linkistöä. Kallistuslevyä käsitellään tässä kuitenkin nupin yhteydessä.

Kopterin nuppi on melkein keskeisin osa helikopteria. Niitä on myös hyvin paljon erilaisia, toimintatapa ja rakenne ovat näissä kaikissa hyvin pitkälti samanlaisia joten kaikkia eri nuppien pikku eroja ei kannata tässä yrittää käydä läpi. Kaikissa nupeissa on samat osat normaalisti ja kopterin omistajan omaksi tehtäväksi jää selvittää tässä olevien tekstien ja kuvien perusteella vastaavat osat omasta kopteristaan.

nupin keskeisimmät osat ovat

- wash-out block
- hubi (keskiö)
- yoke + lavanpitimet
- stabilointi + mikserit
- seesaw

Kallistuslevy on alumiinista työstetty tai muovista valettu kaksiosainen laakeroitu osa, joka koostuu kahdesta sisäkkäisestä kehästä. Kehät on liitetty toisiinsa kuulalaakerilla. Sisäkehällä on aina neljä kuulaa pallolinkkejä varten ja ulkokehällä on 3 – 4 kuulaa ohjausta varten. Kallistuslevy välittää kaikki ohjausliikkeet linkistöltä nuppiin. Kallistuslevyä voidaan ohjata joko kolmella servolla suoraan, tai kolmella servolla mekaanisten mikserien kautta.

Mikäli kolmella servolla ohjataan suoraan kallistuslevyä, ovat pallot usein kallistuslevyn ulommassa osassa 120 asteen välein, käytössä on myös 90 ja 140 asteen ratkaisuja. Tällöin radio-ohjaimessa tulee käyttää niin kutsuttua ccpm-miksaus toimintoa. Kyseiselle järjestelmälle on useita nimiä riippuen kopteri valmistajasta: CCPM, ECCPM, SWM jne. Tällöin ideana on se, että esimerkiksi pelkkiä lapakulmia muutettaessa kaikkia kolmea servoa ohjataan ja radio-ohjaimen sisäinen ohjelma huolehtii kunkin servon oikeasta liikkeestä. Samoin jos kallistuslevyä kallistetaan sivulle tai eteen, niin kaikkia servoja ohjataan lähettimen toimesta.

Toinen vaihtoehto on, että kallistuslevyä ohjataan mikserien läpi. Toimintaperiaatetta kutsutaan mekaaniseksi miksaukseksi. Tällöin jokainen servo ohjaa ainoastaan yhtä toimintoa, eli lapakulmia, sivuttaiskallistusta tai eteen/taakse -kallistusta. Mekaaninen miksaus ei vaadi lähettimen ohjelmistolta mitään erityisominaisuuksia.

Joitakin koptereita saa hankittua ja rakennettua molemmilla ohjaustavoilla. On hyvin tapauskohtaista kumpi tavoista on parempi ja usein eroa on vaikea havaita. Molemmissa on heikkoutensa sekä vahvuutensa, jotka vaihtelevat kopterityypistä riippuen.

CCPM-miksausta käytettäessä laadukkaiden ohjausservojen käyttö on merkittävästi tärkeämpää, kuin mekaanisesti miksatussa ohjauksessa. Tämä johtuu siitä, että nyt kun kaikkeen ohjaamiseen käytetään aina jokaista kolmea servoa, tulee niiden keskittämistarkkuuden, nopeuden ja voiman olla täysin identtisiä, jotta ohjauskomennot olisivat symmetrisiä. Yhden servoista ollessa hitaampi ilmestyy ohjaukseen todella erikoisia ongelmia eikä sitä saa mitenkään toimimaan tarkasti. Toisaalta mekaanisesti miksattu ohjausjärjestelmä mahdollistaa kaikkien kolmen ohjaukseen käytettävän servon olevan erilaisia, joskaan se ei silti ole suositeltavaa.

Kallistuslevyssä ulompi kehä ei pyöri roottorin mukana kun taas sisempi kehä pyörii. Koko kallistuslevy liikkuu pääakselilla ylös – alas suunnassa lapakulmia ohjattaessa. Nupin koko toiminnan ymmärtäminen on hyvin vaikeaa ja kukaan harrastaja Suomessa ei tunne kaikkia nupin toimintaan vaikuttavia tekijöitä täydellisesti. Seuraavassa käydään läpi perusasiat.

Aloitetaan nupin toiminnan tutkiminen sekä samalla nupin osien esittely. Perus periaate on , että kun kallistuslevyn etureuna laskee ja takareuna nousee lähtee kopteri kallistumaan eteenpäin, jos taas etureuna nousee ja takareuna laskee lähtee roottori viemään kopteria taaksepäin. Kallistuslevyä kopterin takaa katsottuna kun kallistuslevyn oikea reuna laskee ja vasen nousee, lähtee roottori viemään kopteria oikealle ja päinvastoin. Tämä toimintasuunta on syytä varmistaa ennen jokaista lentoa. Itselläni kerran kävi siten, että olin saanut uuden kopterin juuri rakennettua ja minullapa oli sivuttaiskallistus väärinpäin syystä tai toisesta, niin nurmikko kynnettiin jo ennen kuin kopteri nousi ilmaan. Hyvä näin, sillä jos kopteri olisi noussut, niin se olisi luultavasti hajonnut vain pahemmin.

Kopterin roottorin kallistelu tapahtuu siis kallistuslevyä kallistamalla ja ohjaus välitetään tästä kopterin lavoille. Mikäli kallistuslevyä nostetaan tai lasketaan muuttamatta kallistuslevyn kulmaa, nousee tai laskee lapakulmat roottorissa tasaisesti ja kopteri joko nousee tai laskeutuu.

Eräs erittäin tärkeä asia rakennusvaiheessa on, että kallistuslevyn sisäkehältä lähtevässä linkki parissa on täysin samanmittaiset linkit. Kallistuslevyn sisäkehälle kiinnittyy myös wash-out mixerien linkit jotka harvoin ovat sädetävät, vaan ovat ne ovat usein kolmiomalliset linkit. Nuo kaksi sisäkehältä lähtevää työntötankoa tulee olla niin samanpituiset kuin suinkin vaan osaat rakentaa ne. Mikäli nuo linkit ovat eri mittaiset aiheuttaa se jatkuvaa mekaanista virheohjaamista ja sitä myöten tärinää kopteriin eikä kopteri meinaa pysyä oikein leijunnassa kunnolla.

Kallistuslevystä ylöspäin edetessä seuraava osa on wash-out block, tätä kutsutaan myös slide block:iksi sekä pitch-slaideriksi Suomessa, nimitys johtuu siitä, että se liukuu pääakselilla edestakaisin sen mukaan kun lapakulmia muutetaan. Tämä osa on pääakselilla liukuva palikka jossa on mikserit kiinni. Näistä miksereistä, eli noista kahdesta laakeroidusta vivusta jotka pitch-slaiderissa ovat, lähtevät taas linkit ylemmäksi nuppiin. Näiden linkkien on myös oltava täysin samanmittaisia, muuten kopterin lapakulmien ohjaaminen on epälineaarista ja se aiheuttaa sen, että aina lapakulmia lisätessä tai laskiessa lapoja ohjataan epälineaarisesti, ja se vaikuttaa samalla vähän kallistukseen. kopteri siis kallistuu johonkin päin pienen mekaanisen ohjausvirheen takia. Nämä linkit menevät seesawssa kiinni oleviin miksereihin. Seesaw on siis se alumiininen tai muovinen pala jonka läpi stabilointitanko kulkee. Seesaw on poikittain lepatusakseliin nähden ja keinuu joko nuppikeskiön välissä tai päällä nuppimallista riippuen. Seesawn ympärillä on normaalisti

stabilointilapojen kääntämiseen käytettävä vivut. Näillä ohjataan stabilointia ja sitä kautta kopterin kallistumista.

Pitch-slaiderin jälkeen tulee radius block joka estää alempana olevan pitch-slaiderin kääntymisen. Tämän radius blockin avulla säädetään nupin ajoitus johon palaamme myöhemmin.

Radius blockin jälkeen tulee nupin keskiö joka tuntee maailmalla sanan hub ja Suomessa nupin hubi. Tämä hubi on usein kokolailla pyöreä ja pääakseli tulee tämän hubin sisään. Hubiin kiinnittyvät kaksi viimeisintä nupin pääosaa, yoke sekä seesaw.

Mikäli kopterin nupissa stabilointitanko on lapojen alapuolella, tulee tällöin seesaw ennen yokea ja yoke on näin ollen nupin ylin osa. Mikäli taas stabilointitanko on lapojen yläpuolella, kiinnittyy yoke ennen seesaw:ta nupin keskiöön. Alla kuvat nupeista joissa ensimmäisessä seesaw on yoken alapuolella ja toisessa seesaw on yoken yläpuolella. Kuvissa on myös esitetty muut tähän mennessä nimetyt nupin osat.

Nupin lepatus

Helikopterin nuppi lepattaa, niin oikean kuin radio-ohjattavankin. Normaalista roottorin ollessa paikoillaan, lavat ovat 90-asteen kulmassa pääakseliin nähden. Kun lavat lepattavat, tarkoittaa se sitä, että lavat eivät enää olekaan 90-asteen kulmassa pääakseliin nähden. Roottorikehä siis on kallistuneena jonkin verran pääakseliin nähden. Tämä lepatuksen syy voi olla melkoisen vaikea ymmärtää, ainakin se on vaikea selittää. Lepatus on välttämätön asia joka nupissa on vain oltava jotta se toimisi. Riittää kun tiedät sen, ei ole pakko täydellisesti ymmärtää miksi se nyt oikein siinä on.

Yritän nyt selittää sen. Aloitetaan lepatuksen selittäminen asialla jota et kuitenkaan uskoisi. Mikäli nuppi ei lepattaisi ja ohjaisit kopteria eteenpäin, niin sepä kallistuisikin oikealle. Näin on näreet. Nyt yritän selvittää mistä moinen asia johtuu. Jotta selvitys olisi helppoa, niin sovitaan, että olemme tutkimassa asiaa hallissa jossa ei tuule yhtään. Näin tuuli ei vaikuta asiaan.

1. Nostamme kopterin leijuntaan. Kopteri on säädetty niin hyvin, että sitä ei tarvitse ohjata, se leijuu paikoillaan ohjaamatta. Nyt haluamme lentää sillä eteenpäin ja ohjauksemme kallistaa kallistuslevyä eteenpäin ja ohjaus välittyy siitä lavoille ja lavat pakottavat lapauran kallistumaan eteenpäin, edessä oleva lapa laskee ja perässä oleva lapa nousee ja kopteri lähtee kiihtymään eteenpäin. Tässä vaiheessa kohtaamme ongelman.

2. Roottori toimi hyvin kun kopteri leijui. Roottorin ilmavirtaus oli täysin suora eli aksiaalivirtaus. Aksiaalivirtauksessa ilma virtaa siis suoraan nupin päältä suoraan nupin alle, sivuilta ei tule ilmaa. Nyt kun kopteria kallistettiin ja se lähti kiihtymään eteenpäin, muuttui roottorin kohtaama virtaus. Nyt roottori kohtaa ilma virtaa myös edestäpäin eikä vain suoraan ylhäältä. Sama ilmiö kun työnnet kätesi auton ikkunasta ajonaikana ulos, kätesi tuntee mukavan ilmavirran joka syntyy auton kulkiessa ilmaa kovempaa. Tämä edestä tuleva ilmavirtaus joka kohtaa roottorin aiheuttaa nyt niitä ongelmia.

3. Sovitaan kopterin kulkevan nyt 1m/s nopeudella hallissa jossa ilma ei liiku. Kopterin roottori siis kohtaa ilmavirran edestäpäin 1m/s nopeudella. Sovitaan myöskin, että kopterin lavan kärki kulkisi 180m/s nopeudella. Nyt kun mukaan tulee tämä 1m/s oleva ilmavirtaus edestäpäin, tarkoittaa se sitä, että se lapa joka tulee kopterin perästä eteenpäin kohtaa tuon 1m/s olevan ilmavirran, ja se lapa joka on jo poistumassa kopterin edestä kopterin taakse tavallaan häviää sen 1m/s koska ilmavirta

työntää tuolla voimalla lapaa. Näin ollen etenevä roottorinpuoli saavuttaa 181m/s nopeuden kun taantuva puoli sen sijaan putoaa 179m/s nopeuteen.

4. Syntyneestä nopeuserosta aiheutuu sellainen ilmiö, että etenevä roottorin puoli synnyttää suuremman nosteen kuin taantuva roottorin puoli joka ei johdu ohjauksesta vaan ilmavirran aiheuttamasta tilanteesta. Tämä meidän nyt tulee korjata.

5. Miksi kopteri jonka roottori pyörii myötäpäivään, siis tuon takia kallistuisi oikealle? Siksi koska ohjasimme kallistuslevyn avulla roottori vain kallistamaan kopteria eteenpäin, mutta koska kopteri alkoi vauhdin noustua kohdata ilmavirtaa edestä aiheutti se lapoihin nostovoimaepätasapainon. Tuon seurauksena takaa eteen tuleva lapa joka on kopterin vasemmalla puolella omaa suuremman nostovoiman kuin kopterin oikealla puolella oleva lapa joka siirtyy jo kopterin nokasta perän suuntaan. Roottorin vasemmalla puolella on siis suurempi nostovoima kuin oikealla puolella. Tällöin kopteri lähtee kallistumaan oikealle. Tämä epätasapaino nyt tulee kumota ja se kumotaan juuri lepatuksella.

6. Lepatus aiheuttaa etenevän lavan taipumisen ylöspäin, (siis sen lavan joka kohtaa tulevan ilmavirran). Vastaavasti taas taantuva lapa joka menee jo ilmavirran suuntaisesti laskee. Lapakehä siis kallistuu. Tämän etenevän lavan heilahtaessa ylöspäin sen kohtauskulma pienenee ja sen nostovoima laskee. Toisella puolella taantuva lapa heilahtaa alhaalle päin ja sen kohtauskulma kasvaa ja tätä myötä sen nostovoimakin kasvaa. Nyt roottori on korjannut itsensä taas nostovoimatasapainoon ja kopteri kykenee lentämään suoraan kallistumatta oikealle.

Sama ilmiö lapojen nostovoimaepätasapainon suhteen tulee aina kun kopteri liikkuu johonkin suuntaan tai sen roottori kohtaa ilmavirtauksen joka ei ole aksiaalinen eli pääakselin suuntainen. Oikealle lennettäessä kopteri kallistuisi taaksepäin ilman lepatusta jne. Oikeassa elämässä kopterin ei tarvitse edes liikkua, ilma liikkuu aina sen ympärillä tuulenpuuskat jne. aiheuttavat saman ilmiön. Näin ollen nuppi lepattaa käytännössä jatkuvasti jotta kopteri ei kallistelisi itsekseen.

RC-kopterin nupissa lepatus on normaalisti toteutettu nupin kumeilla jotka ovat joko nupin yoken sisällä ja lepatusakseli kulkee näiden läpi ja akseli saa yoken sisällä vapaasti kumienvarassa heilua. Toinen tapa on laakeroida yoke nupin keskiöön ja laittaa nupinkumit yoken ja keskion väliseen kiinnitykseen jolloin koko yoke lepattaa. Molemmat toimivat ja molempia käytetään, näiden eroista kerromme lisää osuudessa joka käsittelee kilpailemista.

Lead lag

Mikäli ymmärsit mistä lepatuksessa oli kyse, voit lukea myös tämän osan. Olet mahdollisesti ihmetellyt kun roottorin lavat ovat vain yhdellä pultilla kiinni. Sinulle on saatettu sanoa tai olet saattanut itse oivaltaa, että keskipakovoima vetää ne suoraan. Näin toki on, mutta tässä ei ole vielä kaikki. Roottorin pyöriessä lavat myös kääntyilevät eteen ja taaksepäin. Tämä eteen/taakse kääntyily on juuri tuota lead lag toimintaa. Ilmiö johtuu samasta syystä kuin lepatus, eli lapojen kohtaamasta ilmavirran nopeuserosta.

Taantuvalla lavalla joka kulkee joka lepattaa alaspäin pyrkii hidastamaan vauhtiaan ja notkahtaa vähän taaksepäin. Etenevä lapa taas notkahtaa vähän eteenpäin. Myös ilmanvastuksen vaihtelut lavoissa liikuttavat lapoja lennon aikana hieman.

No huomioitavaa tässä on se, että vaikka lepatus on hyvä asia niin lead lag ilmiö on huono asia, koska se aiheuttaa poikittaisia värähtelyjä kopteriin. Näin ollen lead lag ilmiötä pyritään vähentämään, ei lavan pultteja kiristämällä vaan joko viemällä lapojen kiinnitystä kauemmaksi

pääakselista tai vähentämällä lepatusta niin kutsutulla k-kulmalla jota ei rc-koptereissa tavallisesti käytetä, sen nupinkumien kovuudella ja k-kytkennällä vaikutetaan rc-kopterissa lapojen lepatukseen. K-kytkennästä kerromme lisää osuudessa joka käsittelee kilpailemista. Kerron tässä nyt sen, että k-kytkennästä keskustellaan rc-kopteri piireissä delta-miksauksesta tai delta3:sta.

Mikäli lead lag ilmiötä pyritään estämään ruuvaamalla lavat mahdollisimman tiukkaan kiinni, niin asioita vain pahennetaan. Sopiva lapojen tiukkuus on sellainen, että ne voidaan hyvin käsin asettaa sopivaan asentoon, mutta ne eivät heilahda itsestään kopteria maassa käsiteltäessä.

90-asteen hyrräviive

Kopterin nupissa on muitakin yllättäviä asioita joita ei heti arvaisi siinä olevan. Kerron seuraavan yllätyksen hyvin lyhyesti. Kopterin pyörivää roottoria koskee niin kutsuttu hyrrävaikutus ja siitä johtuva 90-asteen vaihesiirto jonka takia roottori toimii 90-astetta myöhässä. Tämä aiheuttaa sen, että roottorin ohjaus on 90-astetta myöhässä. Tämä ei haittaa mitään, mutta se on hyvä tiedostaa, jottei asiaa joskus ala suotta ihmettelemään turhan paljoa.

Tämän 90-asteen hyrräilmiö pitää huomioida ohjauksessa. Se huomioidaan toteuttamalla roottorin lapakulma ohjaus 90-asteen ennakolla. Tämä ilmenee esimerkiksi siten, että kopteria kallistettaessa oikealle ja roottorin pyöriessä myötäpäivään, suurimmat lapakulmaohjaukset ovat roottorissa silloin kun lavat osoittavat eteen sekä taaksepäin eikä sivuilla kuten voisi kuvitella.

Stabilointi

Radio-ohjattavissa koptereissa käytetään lähes poikkeuksetta stabilointitankoa nupissa. Poikkeuksen tähän tekee monilapaiset roottorinupit joita käytetään mallikoptereissa sekä elektroninen stabilointi. Elektronisessa stabiloinnissa kopteriin sijoitettu elektroniikka huolehtii ohjaamisesta jolloin normaali ihminen pystyy sitä ohjaamaan elektroniikan avustuksessa jatkuvasti. Tämä elektroninen stabilointi ei ole vielä kovin yleisessä käytössä tätä kirjoitettaessa vuonna 2005. Myöskin oikeissa koptereissa on ollut käytössä stabilointitankoja, esim Bell 47 tai Bell UH-1 Huey joka tuli tunnetuksi Vietnamin sodassa.

Stabilointitangon tehtävä on siis vakauttaa ja rauhoittaa nupin toimintaa. Tämä stabilointitanko kulkee seesaw:n läpi. Seesaw osassa on mikseri jonka vivut ovat yhteydessä lavanpitimen linkkeihin. Hyrrävoiman takia stabilointitanko sekä seesaw pyrkivät olemaan suorassa kulmassa pääakseliin nähden koko ajan roottorin pyöriessä. Myös päälavat pyrkivät normaalitilassa olemaan suorassa kulmassa pääakseliin nähden, näin ollen sekä stabiloinnin sekä lapojen kehät ovat samansuuntaiset normaalitilassa. Päälapojen kehän poikkeuttaminen joko ohjaamalla tai tuulenpuuskan takia aiheuttaa sen, että stabilointitangon kehän ja pääroottorin kehän välinen kulma muuttuvat ja tapahtuu lapakulmien korjausliike seesaw:n mikserivipujen kautta.

Stabilointitanko sekä seesaw pääsevät keinumaa nupissa. Tämä on välttämätöntä koska mikäli seesaw ja stabilointitanko olisivat aina suorassa, ei lapakulmien ohjauksella pystyisi poikkeuttamaan lapakehää ja näin ollen kopteria ei pystyisi ohjaamaan. Stabilointitanko sekä seesaw siis aina myötäilevät ohjausta mutta pyrkivät hyrrävoiman avulla vastustamaan sitä jolloin tapahtuu ohjauksen vaimentumista.

Stabilointilapojen ohjaaminen

Stabilointitangossa on lavat päissä, tämän lisäksi näiden lapojen kohtauskulmaa voidaan muuttaa kiertämällä stabilointitankoa. Tällä konstruktiolla ei pyritä vakauttamaan kopteria kuten

stabilointitangolla. Vaan sillä pyritään helpottamaan ohjausta siten, että stabilointilapojen ohjauksella pyritään aerodynaamisesti kumoamaan stabilointitangon stabiloivaa voimaa. Stabilointitanko kun pyrkii hyrrävoiman takia pysymään suorassa kulmassa pääakseliin nähden ja näin vaimentamaan roottorin ohjausta. Stabilointilapoja kääntämällä pyritään nyt murtamaan tätä stabilointitangon hyrrävoimaa ja poikkeuttamaan stabilointitangon kehää, näin ohjaaminen tulee mahdolliseksi.

Näiden periaatteiden mukaisesti kopterista saadaan rauhallisempi leijunnassa ja ohjaustuntumaltaan rauhallisempi kun stabilointitangon hyrrävoimaa kasvatetaan joko tekemällä stabilointitangosta painavampi tai pidempi jolloin vipuvoima kasvattaa hyrrävoimaa. Mikäli stabiloinnin vaikutusta tahdotaan pienentää, tulee stabilointitankoa lyhentää tai keventää.

Mukaan tulee vielä ohjattavuus eli stabilointilavat. Mikäli kopteriin tahdotaan lisää ohjausvoimaa, tulee stabilointilavat viedä kauemmaksi suuremman vipuvoiman saavuttamiseksi, tällöin taas stabiloinnin hyrrävoima kasvaa ja mahdollisesti stabilointilapoja tulisi keventää jotta haluttu muutos saataisiin aikaiseksi. Vaihtoehtoisesti stabilointilapojen pinta-alaa ja profiilia voidaan muuttaa tehokkaammiksi.

Kannattaa siis pitäytyä oman kopterin ohjeistuksessa näiden asioiden suhteen siihen asti kunnes varmasti tietää mitä haluaa saavuttaa ja tietää miten se ominaisuus on saavutettavissa.

Peräroottori

Peräroottori on paljon yksinkertaisempi kuin pääroottori ohjaukseltaan. Peräroottoria koskee kaikki samat fysiikan lait kuin pääroottoriakin. Peräroottorin kehää ei yritetä eikä tahdota poikkeuttaa sen tehtävän takia. Sitä koskee kuitenkin sama lepatusilmiö mitä pääroottoriakin. Mikäli peräroottori kohtaa ei-aksiaalista (suoraa) ilmavirtausta, tapahtuu siinä sama ilmiö kuin pääroottorissakin, taantuvan lavan nostovoima pienenee ja etenevän lavan nostovoima kasvaa ja tämä nostovoiman tasapaino ero pitää korjata lepatuksella. Lepatus aiheuttaa sen lead lag ilmiön joka esiintyy myös pääroottorissa. Näin ollen perälapoja ei saa kiristää niin tiukalle ettei ne pääsisi kevyesti heilahtelemaan. Peräroottorin lepatus on toteutettu yleensä joko laakereiden välyksellä tai perälavanpitimien ja lapojen välyksellä jolloin lapa pääsee lepattamaan.

Peräroottorilla nämä ilmiöt eivät ole läheskään yhtä suuret kuin pääroottorilla. Silti ne tulee huomioida jotta kopteri toimisi mahdollisimman hyvin.

Mekaniikan rakentaminen ja setupin tekeminen

Vihdoinkin alamme käymään läpi kopterin rakentamista ja sen perusasetusten eli setupin tekemistä. Setup-sana ei ole suomea mutta se on niin vakiintunut termi kopteri piireissä, että käytän sitä tekstissä. Tämän setupin tekemiseen on melkein yhtä monta tapaa kuin on harrastajiakin, melkein jokaisella on joku oma tapa tehdä joku tietty asia joka eroaa muiden tavoista. Yhtä kaikki useimmiten kaikilla tavoilla on usein jota kuin sama lopputulos. Setupin tekeminen on asia jossa oppii uusia niksejä joka kerta kun setuppia tekee tai muuttaa. Näin ollen setupin tekemisestä kannattaa jutella muiden harrastajien kanssa jos oppisi itse jotain uutta tai saisi varmistuksen uusien oivallusten toimivuudelle. Esittelen setupin rakentamisen tässä suurin piirtein niiltä osin miten itse ja useimmat muut suomen FAI-F3C luokassa kilpailevat lennättäjät sen tekevät. Osa meistä sen tekee huolellisemmin osa nopeammin. Erot ovat silti pieniä ja todelliset erot tulevat lennostamme ja muista asioista kuin pienistä eroistamme tehdä setuppi. Silti setupin tekeminen on merkittävä osa kopterin rakentamista hyvin lentäväksi ja siihen kannattaa käyttää aikaa ja tehdä se huolella.

Käymme tässä luvussa setupin tekemisen läpi vaihevaiheelta, ensimmäisestä vaiheesta viimeiseen.

1. Radion ohjelman nollaus

Aloitettaessa tekemään setupia, tulee radiossa olla alusta alkaen oikeanlainen ohjelma. Mikäli kopterille ei ole vielä tehty omaa mallia radioon, niin se tehdään nyt. Asetetaan radion malliin oikeanlainen kallistuslevyn ohjaus. Seuraavaksi asetetaan kaikkien servojen liikesuunta oikeaksi. Usein kopterin ohjeissa on näytetty miten servojen kuuluu milloinkin pyöriä. Mikäli näin ei ole niin olet luultavasti jo tehnyt linkistön kopteriin, jolloin oikeiden ohjaussuuntien toteaminen onnistuu seuraamalla kallistuslevyn kääntymistä ja lavanpitimien liikettä lapakulmia muutettaessa.

Käyn nopeasti ohjauksen perusteet läpi.

Suomessa ja muualla Euroopassa lennätetään yleisesti mode 2 tyyllisillä radiolla jolloin peräsin ja lapakulmat sekä kaasun ovat radion vasemmassa tikussa ja kallistuslevy oikeassa. Mode 1 tyyllissä nuo tikun toiminnot ovat toisinpäin.

Mode 2 ohjaimen ohjaustaulukko kertoo mitä tapahtuu milloinkin ohjattaessa.

TIKKU	SUUNTA	OHJAUS
vasen	ylös	Kopterin lapakulmat ja kaasun määrä kasvavat. Kallistuslevy joko nousee tai laskee nupin rakenteesta riippuen. Oikea liikesuunta tulee katsoa lavanpitimistä tai lavoilla ja lapakulmamittarilla.
vasen	alas	Kopterin lapakulmat laskevat ja leijunta tilassa kaasun laskee. Kallistuslevy joko nousee tai laskee nupin rakenteesta riippuen. Oikea liikesuunta tulee katsoa lavanpitimistä tai lavoilla ja lapakulmamittarilla.
vasen	oikealle	Kopterin nokka kääntyy oikealle, perä siis kääntyy vasemmalle. Peräroottorin lapojen kulmat muuttuvat.
vasen	vasemmalle	Kopterin nokka kääntyy vasemmalle, perä kääntyy oikealle. Peräroottorin lapojen kulmat muuttuvat.
oikea	ylös	Kopterin kallistuslevyn etureuna laskee ja takareuna nousee, kopteri lähtee liikkumaan eteenpäin.
oikea	alas	Kopterin kallistuslevyn etureuna nousee ja takareuna laskee, kopteri lähtee liikkumaan taaksepäin.
oikea	oikealle	Kopterin kallistuslevyn oikeareuna takaa päin katsottuna laskee ja vasen reuna nousee, kopteri lähtee liikkumaan oikealle.
oikea	vasemmalle	Kopterin kallistuslevyn vasenreuna takapäin katsottuna laskee ja oikea reuna nousee, kopterin lähtee liikkumaan vasemmalle.

Seuraavaksi kun ohjaussuunnat on saatu oikein, tarkastetaan, että kaikkien ohjauskanavien liikealueet (travel adjustment) ovat 100% molempiin suuntiin. Seuraavaksi tarkastamme, että puolittajia (dual rates) ei ole käytössä vaan näidenkin osalta ohjaustehot ovat 100%. Samalla kun puolittajat tarkastetaan, onnistuu tavallisesti samassa yhteydessä eksponentiaalisen tarkistuksen. Kaikki expot tulee olla 0-asetuksessa.

Kun yllä oleva on suoritettu, tarkistamme että subtrimmit ovat kaikki 0 kohdassa. Samalla tarkistamme, että normaalit trimmit ovat keskellä, kaasun trimmi asetetaan keskelle myös. Saman tarkistuksen piiriin kuuluu myöskin tarkistaa, että hovering throttle ja hovering pitch trimmit ovat

keskiasennossa. Mikäli radion sivuissa on sliderit (JR 10X, JR 9X, Futaba 9C, Futaba 9Z, Futaban 14 MZ, Graupner MC-22 malleissa ainakin) asetetaan sliderit keskikohtaan.

Lopuksi käydään varmistamassa, että kaasukäyränä on suora käyrä jossa vasen tikku alhaalla on kaasua on auki 0% ja vasen tikku ylhäällä kaasua on auki 100%. Sama tarkistus tehdään lapakulmakäyrälle.

Mikäli käytössä on heading lock gyro niin käydään tarkistamassa, että radion revolution mixaus on pois päältä tai kaikki sen arvot ovat 0%.

Normaalisti mitään vapaasti ohjelmoitavia miksauksia ei ole käytössä, joten niitä ei tarkisteta, mikäli et tiedä mitä niillä tehdään. Annetaan siis miksausten olla rauhassa. Mikäli tiedät mitä ne ovat ja olet niitä joskus käyttänyt, niin voit käydä katsomassa, ettei mitään miksausta ole päällä.

Nyt meillä on radio valmiina uuden setupin eteenpäin tekemiseksi ja voimme käydä kopterin kimppuun.

Kopterin linkistö

Setupin tekeminen alkaa kopterissa linkistön ja servojen liikeratojen säätämisellä. Kopterin rakennusohjeessa on usein mainittu linkkien pituus. Tämä annettu pituus on usein hyvin lähellä oikeaa, mutta silti vain suuntaa antava. Linkkien oikean pituuden ratkaisee servojen koko, servopyörän paikka servossa, servopyörän muoto, servon kiinnitys jne. Siksi on syytä tarkistaa ohjeiden antamat pituudet omassa kopterissa. Usein kyseessä on vain suurimmillaan parin kierroksen muutos linkin pituuteen ohjeen mainitsemasta pituudesta. Lukemalla eteenpäin ja seuraamalla kuvia selviää miten linkkien oikea pituus tarkistetaan missäkin kopterin kohdassa.

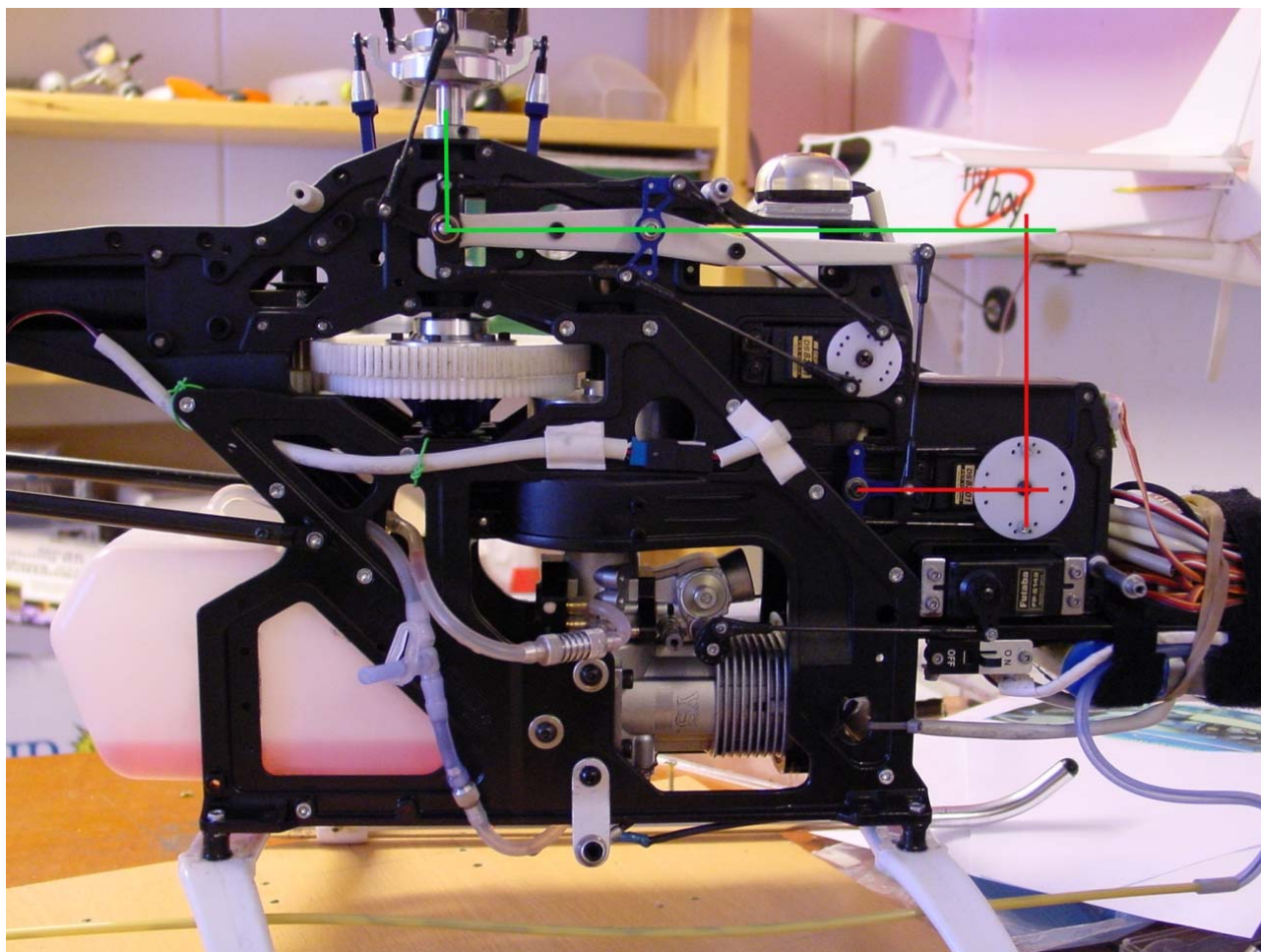
Lapakulma-alueen säätäminen

Itse aloitan aina säätämällä ensimmäisenä lapakulmia ohjaavan linkistön oikein. Tämän teen siitä syystä, koska osassa koptereita saattaa esiintyä olemattoman pieniä geometrisiä ohjausvirheitä lapakulmia muutettaessa. Kun pystyn tekemään setupin lapakulmien ollessa keskellä pystyn myös minimoimaan nuo geometriset virheet. Ne virheet ovat todellisuudessa erittäin pieniä enkä tässä nyt puutu niihin enempää. Toinen syy valitsemaani järjestykseen on se, että kallistuksen linkkien säädössä, etenkin nupissa tulee huomioda lapakulmien ohjaus. Siksi säädän aina ihan aluksi lapakulma-alueen kohdalleen.

Peruslento ja FAI-F3C taitolento sopivat hyvin samantyylinen lapakulma-alue. Teemme perussetupin tuon F3C tyyllisen lennon mukaan. 3D-setuppi eroaa tästä eikä se ole aloittelijoille. Sitä käsitellään myöhemmin enemmän. Hyvin toimiva 3D-setup ja hyvin toimiva FAI-F3C-setupi eroaa mahdollisesti myös mekaanisesti hivenen juuri linkkien pituuden takia ja siksi käsittelemme tuota myöhemmin. Näiden kahden suurin ero on lapakulma-alueen negatiivisten kulmien saatavuudessa. Kopterien mekaniikka usein mahdollistaa lapakulma-alueen joka on noin 20-astetta. Tähän kun lisätään kallistuslevyn ohjaaminen saattaa esiintyä pindaamista eli joidenkin osien liikealueen loppumista jota ei esiinny pelkkiä lapakulmia ohjaamalla. Tästä syystä 3D ja FAI setuppia eroavat myös mekaanisesti toisistaan usein.

Peruslento ja suurimpaan osaa perustaitolentoliikkeitä riittää -7 – 12 asteen lapakulma-alue. Kopterin koosta riippuu tarvitaanko maksimikulmia 10 vai 13 astetta. Näin paljoa ei normaali lennossa koskaan tarvita, se on autorotaatio asetusta eli hold setuppia varten.

Palataan lapakulmiin kohta lisää. Käyn ensiksi tärkeän kohdan läpi, vasemman puoleisen tikun keskikohdan. Tämä eroaa mekaanista miksausta ja radiolla ohjattua kallistuslevyn miksausta (CCPM, EMS jne. eri valmistajilla on eri lyhenteet) käytettäessä. Molemmissa tilanteissa tulee tarkistus tehdä. Mekaanisessa miksauksessa tarkistetaan lapakulmia ohjaavan vivun asento, CCPM miksauksen ollessa kyseessä tarkistetaan kallistuslevyä ohjaavien servopyörien oikea asento kun lapakulmien määrä on 50% ”eli tikkukeskellä”. Alla on kuvat selventämässä tarkistettavaa kohdetta.



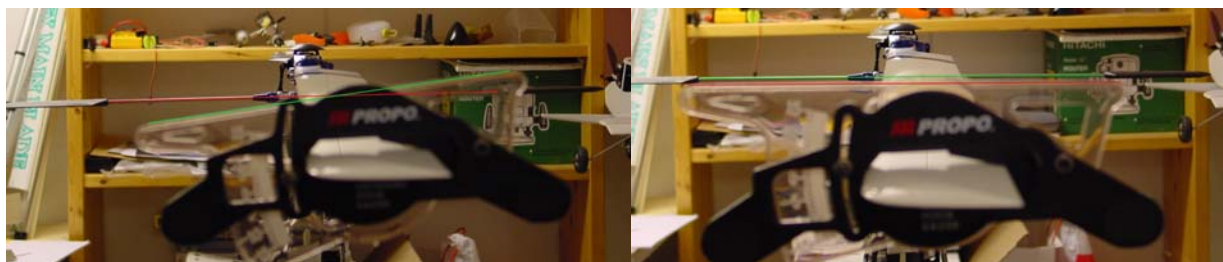
Kuvassa vihreä suorakulmio kuvaa kuinka lapakulmia säättävän varren keskilinjan tulee olla keskellä ja 90-asteen kulmassa pääakseliin nähden tikun ollessa keskellä. Tällöin lapakulmia voidaan ohjata yhtäpaljon sekä ylä- ja alasuuntaan. Kuvasta käy myöskin ilmi punaisesta suorakaiteesta, että lapakulmaservon servopyörä on saman suuntainen lapakulmia ohjaavan vipuvarren kanssa. Tällöin lapakulmien ohjaus keskikohdan molemmille puolille on lineaarinen ja setupin tekeminen on helpompaa.

Nyt kun lapakulmia ohjaava vivusto ja linkistö on keskitetty radion vasemman tikun ollessa keskellä, ja lapakulmien määrän ollessa 50% voidaan säätää maksimi ja mini lapakulmat. Itse teen sen alkuun siten, että kiinnitän yhden lavan nuppiin ja mittailen sen lapakulmia lapakulmamittarilla, kun olen saanut liikealueen halutuksi, säädän toisen lavanpitimen linkin täysin samanmittaiseksi. Jos nupissa on molemmat lavat kiinni, niin merkitse mitattava lapa vaikka teipillä väliaikaisesti jotteivät lavat mene sekaisin. Otetaan lähtökohdaksi se FAI-F3C tyylinen perussetuppi, eli -7 – 12 astetta. Laskemme yhteen kuinka paljon lapakulmia pitää yhteensä olla $7 + 12 = 19$ astetta. Tämä siitä syystä, että ensin säädämme setupin siten, että lapakulmien minimi ja maksimi erotus on juuri tämän 19 astetta, emme välitä tässä vaiheessa siitä miten paljon on maksimi kulmat tai minimikulmat. Keskitymme vain saamaan sen 19 astetta sieltä nupista ulos.

Mikäli negatiivisten ja positiivisten lapakulmien erotus on vähemmän kuin 19 astetta, tulee meidän lisätä lapakulmien liikealuetta radiosta. Mikäli tämä ei onnistu, voidaan linkistöä yrittää muuttaa, en mene tähän nyt. Kaikkein tärkeintä lapakulmien liikealueen muuttamisessa on se, että liikealuetta muutetaan radiosta molempiin suuntiin yhtä paljon. Tällöin äsken säädetty keskikohta pysyy ennallaan. Alussa lapakulmien liikealue oli radiossa ylös 100% ja alas 100%. Jos sitä lisätään niin molempia arvoja on ehdottomasti voitava muuttaa samoiksi, esim. ylös 107% ja alas 107%. Tällöin Pienennettäessä taas esim. alas 96% ja ylös 96%, siis aina samat arvot liikealueen eri suunnissa. Halvemmissa radioissa liikealueen kokoa eri suuntiin ei voida muuttaa. Tällöin muutetaan vain pelkkää liikealuetta jolloin radiossa on vain yksi luku.

Lapakulmien mittaaminen

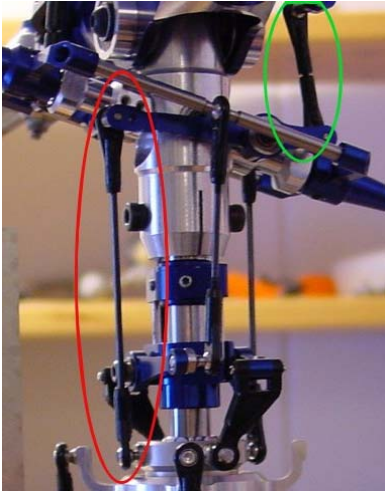
Lapakulmat mitataan lapakulmamittarilla siten, että lapakulmamittari asetetaan roottorin lavan kärkeen ja silmämääräisesti taustalevyä käännetään siten, että sen yläreuna on yhdensuuntainen stabilointitangon kanssa. Näin säädettyä lapakulma mittarin asteikko näyttää lavassa olevan lapakulman. Alla kaksi kuvaa joista selviää tilanne. Kuvissa on näytetty väärä tapa ja oikea tapa jossa linjat ovat yhdensuuntaiset.



Kun lapakulmien ohjauksen liikealue on saatu sopivaksi 19% alueelle voidaan keskittyä säätämään maksimi ja minimi lapakulmat kohdalleen. Aloitetaan vaikkapa maksimilapakulmista. Työnnetään vasen tikku aivan eteen jolloin lapakulmista on käytössä 100%. Nyt mitataan lapakulmat lapakulma mittarilla. Lapakulmia tulisi olla noin 11 – 13 astetta. Isoilla 90:llä koptereilla riittää 11 astetta. Pienemmillä 50:llä koptereilla on 12 astetta hyvä ja ihan pienillä 30:llä koptereilla 12,5 tai jopa 13 astetta. Tämä on nyrkkisääntö ja eroa kopterityyppien välillä voi esiintyä. Haluttu maksimilapakulma säädetään lavanpitimen linkin pituutta muuttamalla.

Mikäli tämä ei riitä muutetaan kallistuslevyltä tulevien linkkien pituutta. Näitä linkkejä muutetaan vain, mikäli lavanpitimien linkkien säätäminen ei riitä! Lapakulmien ensisijainen säätöpaikka on lavanpitimien linkit.

Alla olevassa kuvassa lavanpitimien linkit on ympyröity vihreällä ympyrällä. Punaisella on ympyröity vaihtoehtoiset bell-hiller mixerien linkit joita tarvittaessa voidaan myös säätää. Näitä säädetään vain siinä tapauksessa jos lavanpitimien linkkien säätö ei riitä. Mikäli lavanpitimien linkit ovat liian pitkät, voidaan niistä askarteluveitsellä leikata vaikka 2mm molempien tyvistä pois jolloin linkkiä voidaan ruuvata lyhyemmäksi. Tee mieluummin näin ennen kuin alat muuttamaan bell-hiller mixerin linkkejä. Bell-hiller mikserin linkeillä ei saa säätää lapakulmien eroa eli lapauraa. näiden linkkien on ehdottomasti oltava yhtä pitkät. Lapauraa säädetään vain lavanpitimien linkeistä!



Kun olet saanut säädettyä maksimi lapakulmat vaikka 11,5 asteeseen, pitäisi negatiivisten kulmien olla 19 asteen lapakulma-alueella -7,5 astetta. Tarkista tämä vielä vetämällä radion vasen tikkua alas ja lapakulmien teho 0%:n. Mikäli negatiiviset kulmat ovatkin -7 tai -8 astetta niin ei kannata välittää näin pienestä (0,5 astetta) erosta lasketusta arvosta.

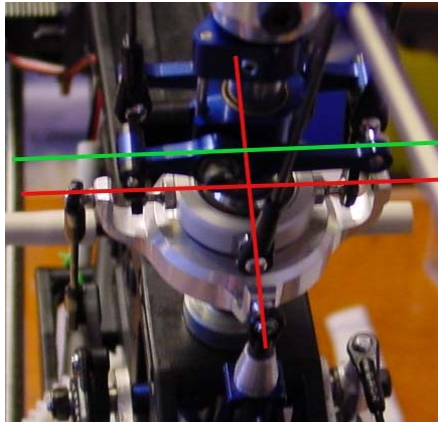
Nyt meillä on maksimi ja minimilapakulmat säädetty. Loppu onkin helpompaa.

Nupin ajoituksen säätäminen

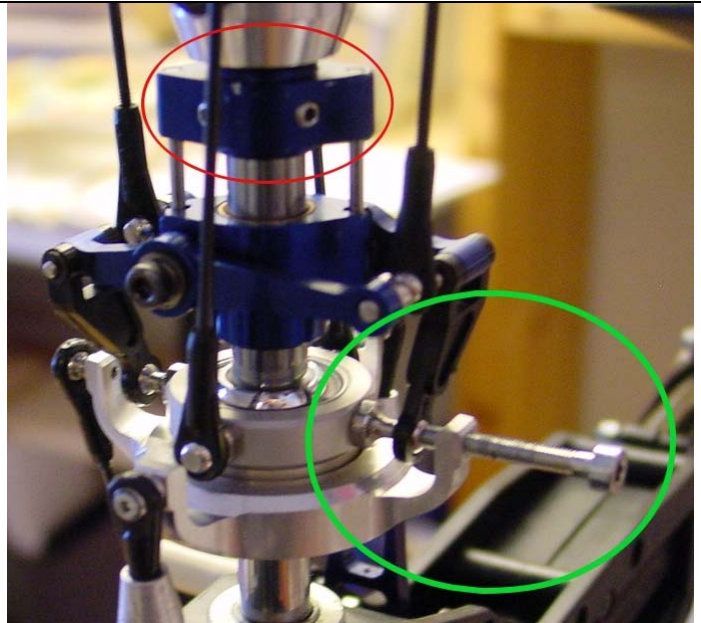
Jokaisen kopterin asennusoppaassa on ohje kyseisen kopterin nupin ajoituksen säätämiseen. Alla on selitetty Hirobon mekaanisella miksauksella olevan nupin ajoituksen säätäminen joka pätee suurimpaan osaan koptereita.

Kallistuslevy sisäkehä asetetaan siten, että sen pallot osoittavat ulomman kehän palloja. Kehien pallot tulee olla siis samassa linjassa. Tämän jälkeen nupin stabilointitanko asetetaan peräputken kanssa samaan linjaan. Mikäli stabilointi tanko ei käänny näin paljoa, tai linkistö nupissa on hyvin vinossa, on kallistuslevyn sisäkehä 90 astetta pielessä. Käännä kallistuslevyn sisäkehää 90 astetta jolloin linkkien asento korjaantuu suoraan.

Kuvat taas selventävät asiaa.



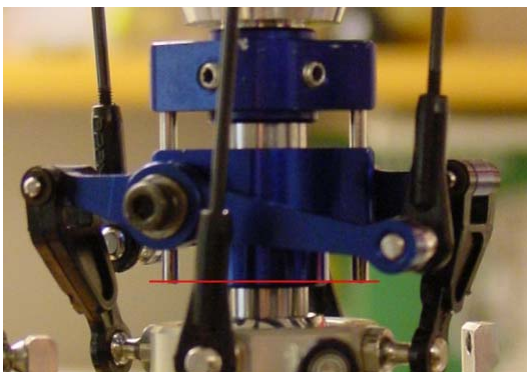
Punainen suorakulmainen ristikko osoittaa kallistuslevyn kehien pallojen linjat. Vihreä linja osoittaa mikseriplokissa olevien mikserin suunnan. Niiden tulee siis osoittaa sivuille kuten kuvassa, ei kopterin suuntaisesti.



Kuvassa vihreä ympyrä näyttää niksin joka helpottaa kallistuslevyn kuulien asettamista samaan linjaan. Osassa kallistuslevyjä on yksi pallonpaikka käyttämättä ja siihen voi ruuvata 3M ruuvin. Näin ruuvilla voidaan lukita sisäkehä juuri oikein kun ruuvi puristuu suoraan sisäkehän pallolinkkiä vasten.

Punainen kehä osoittaa mikseriplokin ohjaimen, joka on lukittuna tavallisesti ruuveilla. Ajoitusta säädettäessä nuo ruuvit tulee löysätä jotta stabilointitangon kääntäminen onnistuu. Kun stabilointitanko on asetettu peräputken suuntaiseksi, voidaan ruuvit kiristää ja ajoitus on kunnossa.

Nupin ajoituksen säädössä siis muutetaan mikseriplokin ohjaimen asentoa. Se siis kääntyy yhdessä stabilointitangon mukana. Jolloin ne ovat aina keskenään samassa asennossa. On vielä eräs asia joka tulee huomioida. Tuo mikseriplokin ohjaimen korkeus. Mikseriplokin ohjaimen tulee olla riittävän alhaalla jottei mikseriplokin ohjaimen tapit tule ulos missään tilanteessa mikseriplokin urista. Harvoin tulee kuitenkaan kiinnitettyä huomiota siihen, että se mikseriplokin ohjain ei saa olla liian alhaalla. Tällöin sen tapit saattavat esimerkiksi tiukassa ohjauksessa ottaa kallistuslevyyn kiinni ja se aiheuttaa ikäviä seurauksia. Kopterin ohjeissa on usein mainittu oikea säätökorkeus. Hirobo Freyan ohjeissa on kerrottu säätö seuraavasti:



Asetetaan lapakulmat äärilaitaan siten, että kallistuslevy nousee niin ylös kuin se voi vain nousta. Ohjaimen vasen tikku siis asetetaan joko ihan ylös tai alas. nupista riippuen. Tärkeää on se, että se kallistuslevy nousee niin ylös kuin mahdollista. Kuva osoittaa miten tässä tilanteessa mikseriplokinohjaimen tappien päät tulee olla samassa tasossa mikseriplokin alareunan kanssa. Mikäli tapit tulevat tuon linjan alapuolella on olemassa suuri riski, että tapit osuvat lennon aikana kallistuslevyyn aiheuttaen pahimmillaan kopterin hajoamisen.

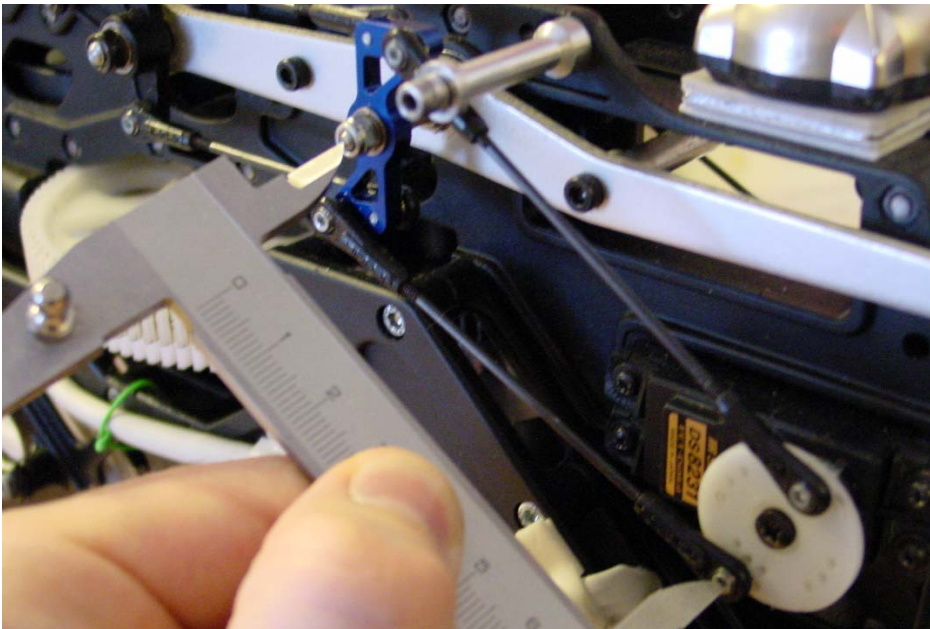
Kun nämä on säädetty, on nupin ajoitus kaikilta osin kunnossa ja voidaan edetä säätämään kallistuksen maksimi liikealueet.

Kallistuksen keskikohtien säätäminen

Seuraavaksi säädetään kallistuslevy suoraan ja kallistuslevyä ohjaavien servojen servopyörät ja linkit oikein.

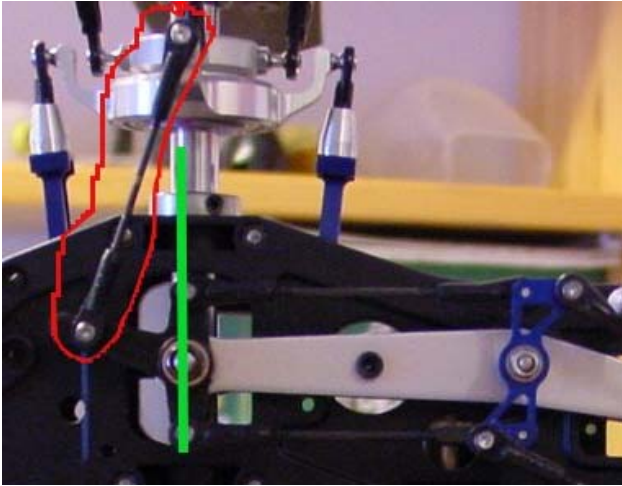
Aloitetaan servojen servopyörien asennon säätämisellä. Kopterin ohjeissa mainitaan oikea servopyörän asento. Sääda servopyörä ohjeen mukaisesti. Karkea kohdalleen säätäminen tehdään irrottamalla servopyörän kiinnitysruuvi ja vetämällä servopyörä irti ja vaihtamalla sen asentoa. Tietysti toimenpiteen aikana tulee olla radiossa sekä kopterissa sähköt päällä koska servon keskikohta muuttuu helposti toimenpiteen aikana, jollei radio pidä sitä itse keskelle koko ajan. Mitään tikkuja ei siis nyt ohjata. Kaikki ohjaimen tikut tulee olla keskitettyinä.

Kun servopyörä on saatu asetettua lähelle oikeaa kulmaa niin se asetetaan lopulliseen asentoonsa radion subtrim ominaisuudella. Kuvissa alla on näytetty yksi tapa todeta Hirobo Freyan servopyörän oikea kulma. Mittaustapa ja asento siis vaihtelee kopterikohtaisesti, käytä oman kopterisi ohjeita tässä.



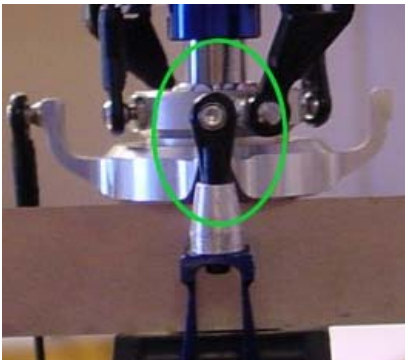
Kuvassa mitataan servopyörän alemman pallon etäisyys Freyan X-Leverin keskikohtaan (ruuvien keskipisteeseen). Mittaus toistetaan myös ylemmän pallon kanssa. Radion subtrimmillä asetetaan servo pyörä sellaiseen asentoon, että servopyörän alemman sekä ylemmän pallon etäisyys x-leverin keskiruuvien keskusta on sama. Tämän jälkeen säädetään linkit siihen samanmittaisiksi.

Edetään linkkien säädöllä eteenpäin. Säädetään linkki kallistusta ohjaavaan vipuun oikeaksi. Kallistusta ohjaavan linkin tulee olla saman suuntainen pääakselin kanssa, ellei kopterin ohje muuta mainitse. Kuva osoittaa jälleen kohteen.



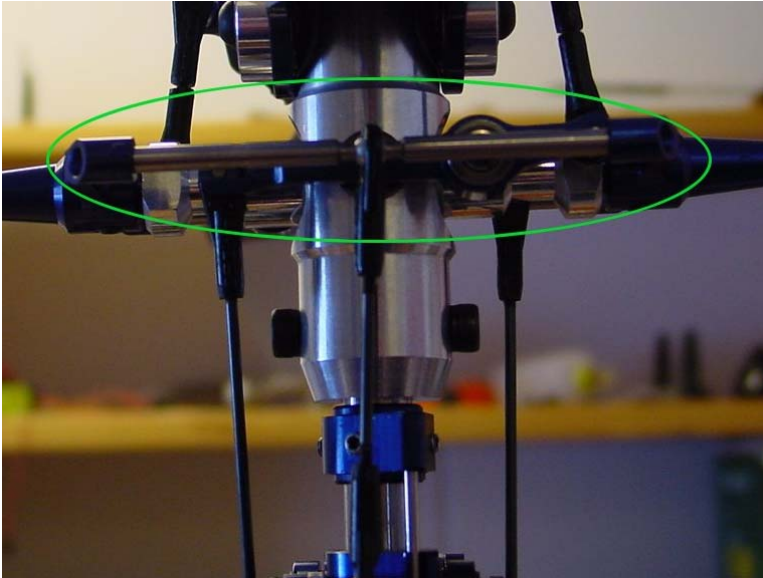
Vihreä linja kuvassa osoittaa kuinka kallista ohjaava vipu tulee olla samansuuntainen pääakselin kanssa. Punaisella on ympyröity linkki jolla lopuksi säädetään kallistuslevy suoraan.

Sen jälkeen kun vivusto on saatu suoraan, asetetaan kallistuslevy suoraan punaisella merkityn linkin pituutta muuttamalla. Tikut keskellä ja kaikkien edellä mainittujen säätöjen jälkeen kallistuslevyn kuuluisi olla täysin suorassa. Se voidaan tarkistaa asettamalla jokin suora esine, vaikka viivoitin kallistuslevyn ja rungon väliin, tässä tapauksessa sivusuunnassa koska kyseessä on aileronin säätö. Kuva alla taas kertoo idean. Punaisella merkityn linkin pituutta säätämällä asetetaan kallistuslevy nyt suoraan siten, että kallistuslevy ei ole vinossa runkoa vasten asetettua suoraa palaa kohden. Kuvassa kallistuslevy on juuri oikein säädetty.



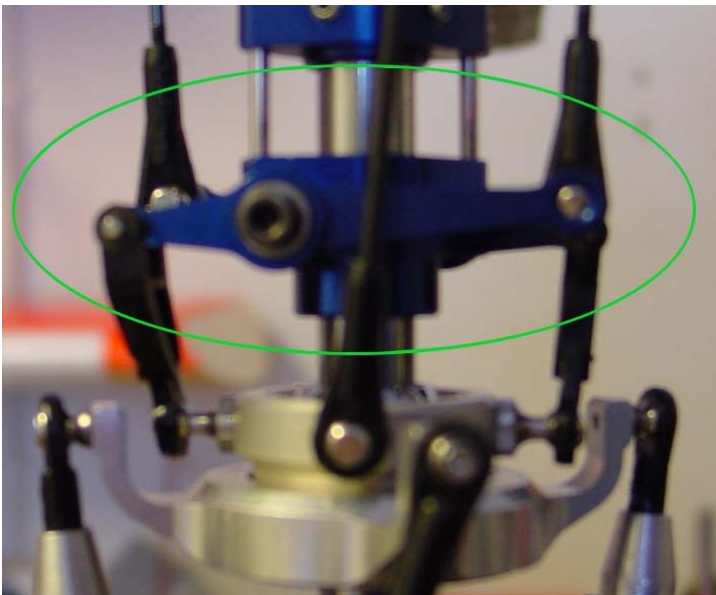
Sama säätötoimenpide on hyvä tehdä myös elevator suunnalle eli eteen taakse kallistukselle. Tällöin muutetaan elevator armin linkkien pituuksia. Yläkuvassa on elevator armin etulinkki rengastettuna.

Nyt kun kaiken pitäisi olla suorassa tikut keskitettyinä. Voidaan tarkistaa onko mikserien varret 90-asteen kulmassa pääakseliin tikkujen ollessa keskellä. Alla olevat kuvat esittävät tilanteen



Belle-Hiller mixereiden varsien tulee olla vaakasuorassa stabilointitangon ollessa vaakasuorassa. Kuvan osoittamalla tavalla. Bell-Hillermixerin varsi on stabilointitangon ohjaustangon takana hivenen piilossa.

Myöskin mikserin varsien tulisi olla mahdollisimman lähellä vaakasuoraa linjaa tikut keskitettyinä. Tämä ei ole aivan niin välttämätöntä ja Hirobo Freyan ohjeessa on oikein maininta, että mikäli alla olevassa kappaleessa linkin päät osuvat kallistuslevyyn alla olevien kuvien osoittamalla tavalla voidaan linkkejä lyhentää. Niitä on syytä lyhentää vain mikäli radiossa 100% liikealue on liian suuri kallistuksille. Lue tästä lisää seuraavassa kappaleessa. Alla on kuva mikserin varsien linjasta omassa kopterissani, siinä varret eivät ole täysin suorassa, vaikkakin hyvin lähellä sitä. Linkkien pituus on suoraan Freyan ohjeesta.



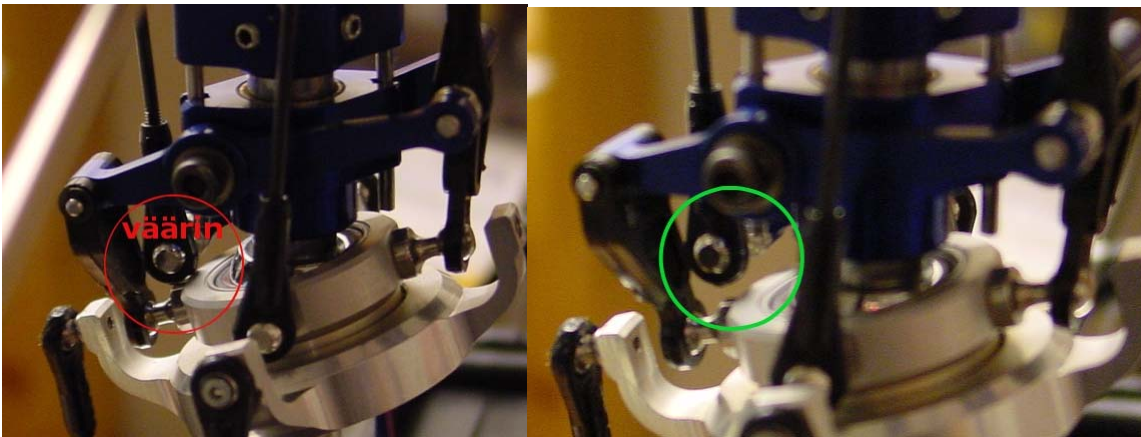
Nyt kun meillä on kallistuslevy keskitetty, voimme säätää kallistuksen maksimiliikeratojen suuruuden.

Sekä kallistuslevyltä lähtevät bell-hiller mixereiden linkit sekä miksereistä lähtevät linkit tulevat olla keskenään täysin samanmittaiset parit. Siis kerrataan, jos toinen bell-hiller mikserin linkkin on vaikka 50mm pitkä, tulee toisen olla tasan yhtä pitkä. Jos toinen mikserin linkki on 72mm pitkä, myös toisen mikserin linkin on ehdottomasti oltava 72mm pitkä.

Kallistusten liikeratojen säätäminen

Viimeisin vaihe tässä kohtaa on säätää nyt kallistuslevyn kallistuksen maksimi määrä. Se säädetään siten, että radion vasen tikku asetetaan täysin ylös tai alas nupin mallista riippuen, tärkeää on saada kallistuslevy nousemaan niin ylös kuin se ohjauksella onnistuu. Aivan kuten yllä tehtiin. Sitten käännetään radion oikea tikku vuoron perään sekä oikealle ja vasemmalle ja pyöritetään roottoria kerran ympäri hiljaa oikean tikun ollessa laidassa ja seurataan kallistuslevyä.

Tehdään sama toimenpide myös ohjaamalla kallistuslevy eteen sekä taaksepäin työntämällä radion oikea tikku eteen ja vetämällä se taakse. Molemmissa asennoissa taas pyörytetään roottoria kerran ympäri. Molemmissa tapauksissa alla olevissa kuvissa olevat mikserien linkit eivät saa koskettaa kallistuslevyä. Alla on kuva liian suuresta kallistuksen liikealueesta jossa linkki koskettaa kallistuslevyä ja sopivasta liikealueesta jossa linkin ja kallistuslevyn väliin jää pieni rako.



Mikäli linkit ottavat kallistuslevyyn kiinni oikean tikun ollessa jommassakummassa reunassa, pienennetään aileron kanavan liikealuetta radiosta kunnes linkki ei enää ota kiinni. Liikealuetta pienennetään aina yhtä paljon sekä oikealle sekä vasemmalle kallistettaessa. Muuten ohjauksesta tulee epälineaarinen ja esimerkiksi kopteri saattaa kallistua nopeammin vasemmalle kuin oikealle.

Mikäli linkin ja kallistuslevyn väliin jäävä rako on suuri, voidaan liikealuetta kasvattaa. Tämän jälkeen toistetaan sama säätö elevator kanavalle ja ohjataan oikean puoleista tikkua täysin eteen ja taakse.

Nyt on nupin ohjaukseen liittyvä linkistä ja maksimiliikeradat säädetty kohdilleen ja pääsemme tekemään lentotilakohtaisia asetuksia radioon.

Stabilointilapojen kulman tarkistus

Nyt kun kaiken pitäisi olla suorassa, niin on syytä vielä tarkistaa stabilointilapojen kulma. Niiden kuuluisi nyt olla 0-kulmassa. Tämän näkee aika hyvin silmälläkin. Tämän mittaaminen tarkasti on aika vaikeaa eikä useinkaan ihan peruskaluilla onnistu. Tämänkin mittaamista tullaan myöhemmissä luvuissa tarkastelemaan joissa käydään läpi tarkempaa rakentamista ja kisasäätöjä jne.

Alla olevassa kuvassa stabilointilavat ovat oikein ja suorassa. Stabilointilapojen tulee olla yhdensuuntaiset, eli jos toisessa on 0-kulma, niin myös toisessa tulee olla samaan aikaan nollakulma. Stabilointilapojen tulee olla myös yhdensuuntaisen stabilointitankoa kääntelevän stabilizer control armin kanssa.

Alla on kuva joka osoittaa oikeat kulmat, punainen viiva osoittaa stabilizer control armin suoran linjan ja vihreä viiva osoittaa stabilointilavan olevan samassa linjassa.



Lentotila setupit

Eri lentotiloille on erilaisia asetuksia olemassa melkein rajattomasti. Toteutamme nyt normaaliin lennättelyyn sekä FAI-ajoon soveltuvan perussetupin tekemisen.

Lapakulmakäyrissä esitetyt arvot soveltuvat vain, mikäli minikulmat ovat -7 astetta ja maksimikulmat 12 astetta. Näin ollen ne ovat siis suuntaa antavat. Kopterin ohjeissa on tavallisesti esitetty myös kaasun ja lapakulmakäyrän joilla on hyvä lähteä liikkeelle.

Kaasukäyrän arvot ovat merkittävästi vaikeampi antaa lähelle oikeata ilman, että tietää moottoria ja kopteria. Näin ollen esimerkeissä esitetyt arvot ovat varsin suuntaa antavia ja niitä tulee opetella soveltamaan. Näissäkin on kuitenkin ideana se, että kaasun maksimi ja minimi liike alue on säädetty oikein ja kaasun liikerata on sekä ylös ja alas yhtä suuret.

Leijuntatila

Ihan alkuun asetetaan leijuntatila radioon. Asiaa kannattaa lähteä rakentamaan siltä pohjalta millaista lento leijunta on. Leijunta on rauhallista kohtalaisen hidasta lento jossa ei tehdä hurjia temppuja. Laskeutuminen ja lentoon nousu suoritetaan myös leijunta tilassa. Sen asetusten tulee siis olla edulliset näitä asioita varten.

Kaasukäyrä

Aloitetaan leijuntatilan kaasukäyrän rakentamisesta. Kaasun trimmin tulisi olla keskellä edellisten asetusten jäljiltä. Asetetaan radion vasen tikku ihan ala-asentoon. Tikku-alhaalla ja trimmi keskellä kaasun pitäisi olla ihan hivenen auki. Kytkimen ei kuulu vielä ottaa tässä tilassa kiinni moottorin käydessä. Trimmi alas vedettynä moottorin tulee sammua ja kaasun täysin sulkeutua. Trimmi ihan ylös asetettuna tulee kytkein ottaa kiinni jo ja roottorin pyöriä.

vasen tikku keskellä tulee kaasun olla noin puoliksi auki vähän kopterin moottorista riippuen. Vasen tikku ihan ylhäällä tulee kaasun olla noin 70% auki. Leijunnassa ei siis tarvita täysiä tehoja lentoon. Kaasun tulisi tikun ala-asennosta aueta melko nopeasti noin 40% alueella jotta roottori saa tarvittavat leijunta kierrokset hyvissä ajoin ennen ilmaan nousua. Laskeutuminen helpottuu myös merkittävästi kun kaasu ei putoa pois kovin aikaisin vasenta tikkua laskettaessa alas. Alla on käyrä esitys joka kuvaa leijunnan kaasukäyrää jolla on hyvä lähteä liikkeelle. Se on vain suuntaa antava ja kaasukäyrä tulee aina tehdä tarkemmin ensimmäisten lentojen yhteydessä kopteri ja moottorikohtaisesti. Käyrässä on 5 kohtaa x-akselilla, vasemmassa reunassa on vasen tikku alhaalla, keskellä vasen tikku keskellä ja oikealla vasentikku ihan edessä.

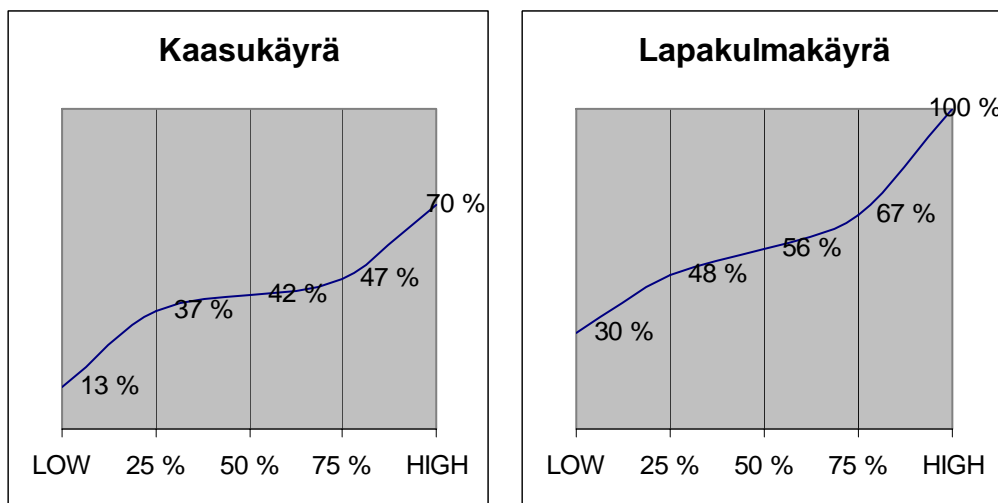
Alla on kuvattu esimerkit kaasukäyristä polttomoottorikoptereille sekä sähkömoottorikoptereille joissa ei nopeudensäätimessä ole governor toimintoa. Mikäli käytössäsi on sähkömoottorilla toimiva kopteri sekä governornopeudensäädin, selviät tällöin kaasukäyrän tekemisestä huomattavasti helpommalla. Tuolloin kaikki kaasutikun kohdat saavat saman arvon, esimerkiksi leijunnassa 70% ja taitolentotilassa 90%. Usein näissä säätimissä on softstart toiminto, eli moottori lähtee hitaasti liikkeelle vaikka sille syötettäisiin radiolla kaasua heti paljon. Tästä syystä on tavallista, että governorsäätimen omaavan kopterin leijuntatilassa on myös täysin suora kaasukäyrä, kun moottorin halutaan olevan pysähdyksissä, pidetään hold-kytkin kytkettynä. Hold kytkimen vapauttaminen käynnistää moottorin.

Lapakulmakäyrä

Lapakulmilta me sitten odotamme sellaisia asioita, että kopterin leijuttaminen olisi rauhallista, laskeutuminen ja nouseminen helppoa sekä korkeuden ottaminen nopeasti mahdollista.

Aloitetaan taas vasen tikku ala-asennosta. Tällöin kopteri ei saa missään nimessä nousta ja sen laskeuduttava jo reilusti. Näin ollen leijunnan minimilapakulmat asetetaan noin -2 – 0 asteeseen. 0-asteen minimi kulmat ovat harjoitteluvaiheessa turvallisempi valinta. Kun taidot ovat kehittyneet voidaan se laskea -2 asteeseen jolloin kopteri saadaan laskettua nopeammin maahan kovassa tuulessa.

Kopterin kuuluisi leijua vasemman tikun ollessa keskellä. Lapakulmakäyrän keskialuetta muutetaan siis siten, että lapakulmamittarilla mitattuna lavoissa on noin 5-astetta kulmia. Mikäli kopteri ei tuolla määrällä leiju, tai se nousee, muutetaan kaasukäyrää siten, että kopteri leijuu. Koska leijunnassa pyritään rauhalliseen leijuntaan vasemman tikun keskialueella tulee vasemman tikun 25% ja 75% lapakulma arvot olla lähellä keskikohtaa. Näin lapakulmien ajaminen on kohtuullisen rauhallista. Voi tulla tilanteita joissa kopteriin pitää saada nopeasti paljon nostovoimaa ja tästä syytä lapakulmat vasen tikku ihan edessä voi olla vaikka 10-astetta. Ohjeellinen kuva lapakulmakäyrästä näkyy alla.



Liikealueet

Leijunnassa kopterilta tosiaan odotetaan rauhallista käyttäytymistä ja tarkkaa ohjattavuutta. Nämä edellytykset saadaan melko hyvin täytettyä asettamalla radion puolittajista aileronin ja elevaattorin puolittajien arvoiksi 55% - 65% . Jotta kopteri olisi silti tarkka ajaa, niin expo ei suositella leijunnassa käytettäväksi. Mikäli perä tuntuu turhan herkäältä, voidaan myös perän liikealuetta leijunnassa pudottaa puolittajilla. Kuskista riippuen perän ohjauksen tahdotaan usein olla rauhallisempi mitä se on joten sitä voidaan myös puolittajilla pudottaa esim. 80% tasolle leijunnassa. Ihan pienet lapakulmien mukana tulevat perän virhe ohjaukset saadaan exponentiaalilla pois. Perään siis voi lisätä exponentiaalisuutta leijuntatilassa. JR:n radiossa esim +30% ja Futaban radioissa -30%.

Trimmit

Leijunta tilassa trimmit on tavallisesti säädetty siten, että tyynessä ilmassa kopteri pysyisi mahdollisimman hyvin paikoillaan. Yritä säätää trimmit leijuntaan tällä tavoin.

Taivaslentotila (*flight mode 1, idle up 1, stuntmode 1*)

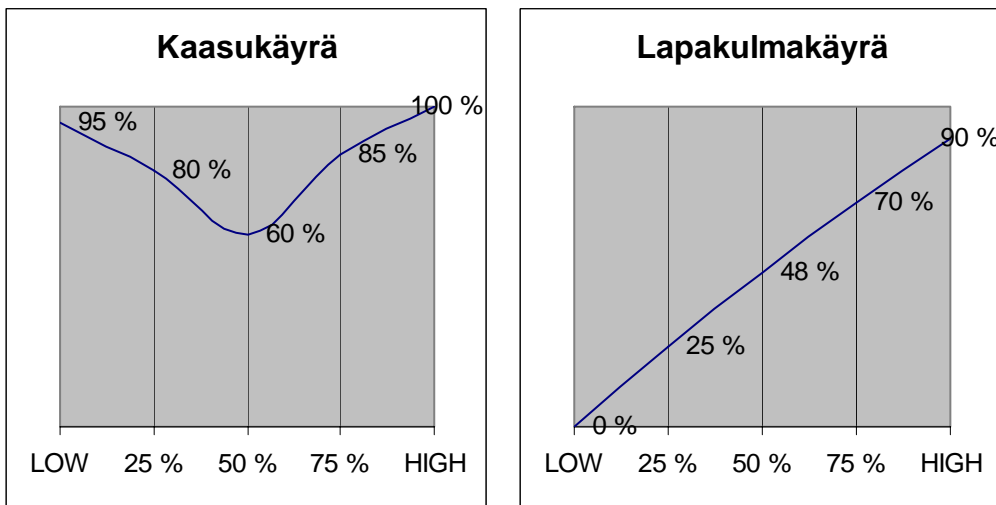
Tässä ohjeissa säädetään vain yksi lentotila taivaalle. useissa radioissa on mahdollista ohjelmoita useita erilaisia lentotiloja taivaalle, näitä yleensä käytetään joidenkin tiettyjen liikkeiden ajamiseen. Tällöin joidenkin liikkeiden tarkka ajaminen kilpailuissa helpottuu, esim. kierteet, pystyoikaisut jne. Perustaivaslentotilassa voidaan kuitenkin ajaa kaikkia liikkeitä.

Kaasukäyrä

Kaasukäyrän säätäminen on hieman helpompaa nyt kuin leijunta tilaan. Temppuja tehdessä saatetaan tarvita negatiivisia lapakulmia jotta kopteri pysyisi selällään tms. Tällöin tarvitaan myös kaasua. Näin ollen radion vasentikku alhaalla tulee kaasun olla auki noin 85 prosenttisesti. Lapakehän vastus pienenee nolla kulmilla jotka ovat lähellä tikun keskikohtaa. Tällöin kaasukäyrää lasketaan noin 60% kohdalle ja siitä taas nostetaan 100%:n kohdalle. Kaasukäyrä siis muistuttaa V-kirjainta kuten kuvasta alla näkyy. Taivaslennossa tarvitaan tehoa enemmän kuin leijunnassa ja tästä syystä myös kaasua pidetään koko ajan enemmän auki kuin leijuntatilassa.

Lapakulmakäyrä

Varsin yleisesti taivaslentotilassa käytetään lineaarista lapakulmakäyrää. Vasemman tikun ollessa ala-asennossa on lapakulmat noin -7 astetta. Vasemman tikun ollessa yläasennossa on lapakulmat noin 8 – 9 astetta. Enempää ei kannata käyttää koska moottoreissa ei tehot riitä hyvin, ja tuon enempää ei tarvita. Ajaminen vain vaikeutuu mitä enemmän lapakulmia tulee. Näin taivaslentotilan lapakulmakäyrä on usein suora viiva vasemmasta alareunasta oikeaan yläreunaan. Roottorin lapojen nollakulma osuvat usein vähän vasemman tikun keskikohdan yläpuolelle. Joskus aina esitetään, että 0-kohta tulisi olla tikku keskellä, näin ei ole. Ei sitä ajon aikana ehdi katsoa radioon missä kohtaa se tikku on, sitä ajetaan sen mukaan miten se kopteri liikkuu ja sen ajaminen on helpompaa, kun kopterin käytös on samanlaista nollakohdan molemmiin puolin. Tästäkin esitys on alla olevassa kuvassa.



Liikealueet + exponentiaalit

Taivaslennon liikealueet eroavat leijunnasta aika paljon. Yleensä aileronin eli sivuttaiskallistuksen liikealue on niin suuri kuin mahdollista, sitä ei siis olla puolittajilla vähennetty. Elevatorin liikealuetta taas on pienennetty jotta silmukoiden ja pystykäännösten lentäminen on pehmeämpää ja eteenpäin lento ei olisi niin nyökkivää herkan elevator ohjauksen takia. Suosittelen alkuarvoiksi aileronin puolittaja arvoiksi 100% eli täydet liikealueet. Elevator kanavalle 80% eli liikealuetta on pienennetty 20% täydestä. Lisäksi suosittelen noin 20 – 30% expo asetusta sekä aileronille että elevaattorille taivaalle. Tällöin oikean tikun pienet korjaukset tulevat vähän pehmeämpinä ja peukalon tärinät eivät näy niin suurina. JR:n radioissa siis aseta expoa +20 - +30 välille. Futaban radioissa -20 - -30 välille. taivaslentotilaan. Myöskin perän ohjaukseen kannattaa laittaa expoa jotta kopteria olisi rauhallisempi taivaalla ajaa.

Trimmit

Taivaslentotilan trimmit säädetään tavallisesti siten, että kun vasen tikku on ihan tai melkein edessä ja lennetään suoraa lentoa niin kopteri säilyttää lentotilansa, korkeus ei muutu eikä se kallistu mihinkään päin vaan se lentää luotisuoraa lentoa.

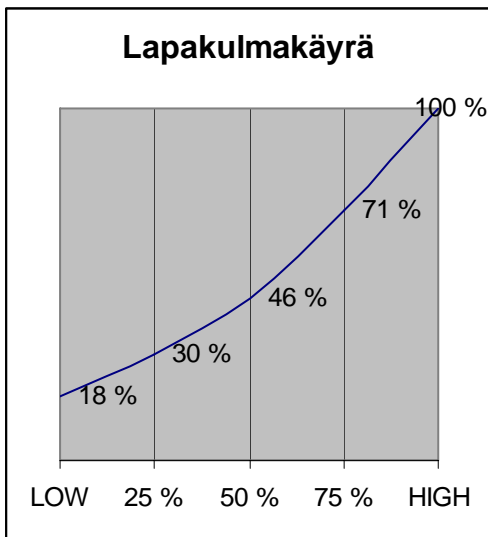
Hold – autorotaatio tila

Hold-moodi jolla ajetaan autorotaatioita, on kaikista helpoin säätä koska siinä ei varsinaista kaasukäyrää ole. Siinä on kaasu säädetty koko vasemman tikun liikealueella tyhjäkäyntikohtaan.

Lapakulmakäyrä

Autorotaatiossa tarvitaan mahdollisesti kaikki lapakulmat mitä on saatavissa. Näin ollen vasen tikku ihan edessä tulee lapakulmia olla 11 – 13 astetta. Rotaatio ajetaan lähelle maan pintaa negatiivisilla kulmilla, mutta kuitenkin mahdollisimman pienellä vajoamisnopeudella. Tällöin vasen tikku alhaalla tulee lapakulmia olla noin -4,5 astetta.

Mielipide kysymys on vähän se, että onko holdissa nolla-kulmat säädetty siten, että ne ovat tikku keskellä vai onko ne samassa kohdassa kuin taivaslentotilassa jolloin lapakulmakäyrä on suora viiva. Tähän on kaksi kantaa. Jos nollakulmat ovat tikku keskellä, on rotaation rotaatio vaihe ehkä helpompi ajaa rauhallisesti kun negatiivisten kulmien ohjausalue on vasemmassa tikussa yhtä laaja kuin positiivisten kulmien. Toisaalta jos käytetään lineaarista lapakulmakäyrää, on vasemman tikun keskikohdassa jo positiivisia kulmia. Tällöin alastulo on ehkä vähän vaikeampi ja riskialttiimpi kun negatiiviset kulmat voivat turhan helposti muuttua positiivisiksi. Lähellä maakosketusta kuitenkin ajaminen on helpompaa koska positiivisten lapakulmien ohjaamiseen on varattu suurempi alue vasemman tikun liikkeestä. Suosittelen aloittelijoille holdiin lapakulmakäyrää jossa vasemman tikun keskikohdassa on nollakulmat. Nolla-kulmat löytyy lapakulmamittarin avulla. Alla olevassa kuvassa nolla kulmat on kuviteltu 46% kohdalle.



Trimmit

Holdissa käytetään joko taivaslentotilan trimmejä tai hyvin saman tyyppisiä trimmejä kuin leijunnassa. Tärkeämpi asia on oikeastaan peräroottorin trimmi holdissa, mikäli kopteri on sellainen jossa on peräveto rotaation aikana. Tällöin perän lapakulmat asetetaan trimmillä hold tilassa nollakulmiin. Se onnistuu helposti kääntämällä perälapojen päät lähelle toisiaan ja napsuttelemalla trimmiä siten, että perälapojen päät ovat samalla tasalla. Mikäli näin ei ole tehty lähtee kopteri rotaatiosaa helposti kääntymään ja se tekee rotaation ajamisesta paljon vaikeampaa.

Näillä kolmella lentotilalla onnistuu normaali lennättely, tavallisimpien temppujen ajaminen, autorotaatiot ja vaikkapa popular, eurosport tai peräti FAI-F3C kilpailuun osallistuminen.

Perän setup

Peräroottorin asetukset on merkittävästi helpompi tehdä koska linkkejä ja servoja on tavallisesti vain yksi. Perän ohjaukseen on maailmalla muutamiaakin erilaisia ratkaisuja, tässä käsittelemme tavanomaisimman ohjauskäytännön asetusten tekemisen.

Kuten nupin ohjauksessa, myös perän ohjauksessa tilanne lähtee siitä, että perän trimmi ja subtrimmi ovat keskellä (0-arvoissa). Sähköjen ollessa kytkettyinä päälle radioissa, tulisi peräservon servovarren olla 90-asteen kulmassa työntötankoon nähden. Näin servon ohjaus on lineaarinen molempiin suuntiin. Radiosta yleensä perän liikealueen suuruus asetetaan gyron ohjeiden mukaisesti.

perän työntötangon pituus

Usein kopterin ohjeissa on kerrottu miten pitkä peräntyöntötangon tulee olla peräservon ollessa keskiasennossaan. Mikäli tämän suhteen ei ole ohjeistusta, tulee työntötangon pituus säätää siten, että perän lapakulma vipu on 90-asteen kulmassa. Kuva selventää tässäkin asian paremmin kuin kirjoitetut sanat.

Edellä kuvattu perustilanne. Joidenkin gyrojen ohjeissa sanotaan, että perän työntötangon pituus tulee säätää siten, että kopterin leijuessa leijuntatilassa paikoillaan ja gyron ollessa normal modella perän ei pidä ryömiä trimmin ollessa keskellä. Mikäli perä ryömiä, tulee työntötangon pituutta muuttaa oikeaan suuntaan, kunnes ryömintä lakkaa tai on hyvin vähäistä.

Lennätyksen aloittaminen

RC-helikopterin lennättäminen on paljon harjoitusta vaativaa, mutta kuitenkin opittavissa olevaa puuhaa. Kaikille harrastajille suositellaan lennätysharjoittelun apuvälineeksi tietokonesimulaattoria, jonka avulla harjoittelemisen on helppoa, nopeaa ja välineiden rikkoutumisesta riippumatonta. Simulaattoreita on useita, valitse sellainen johon saat liitettyä oman radiolähettimeksi. Hyviksi todettuja simulaattoreita ovat mm. RealFlight G2/G3 ja Reflex XTR. Takavuosien kuningas on CSM v.10, joka tosin ei grafiikaltaan päättä huimaa.

Aloittelevan kopteriharrastajan on ehdottomasti rakennettava kopteriinsa niin sanotut harjoitusjalakset, eli esimerkiksi sähköputkista valmistettu risti, joka on halkaisijaltaan vähintään roottorin kehää vastaava. Tämä risti tai X kiinnitetään esimerkiksi nippusiteillä kopterin laskutelineeseen ja sen tarkoituksena on estää sivuttaisessa liikkeessä tai kallellaan laskeutuvan kopterin kaatuminen.

Pyri AINA saamaan kokeneempi harrastaja paikalle ennen ensimmäistä lennätysyritystä, mikään matka ei ole liian pitkä ajettavaksi, jos löydät itsellesi osaavan auttajan.

Perusteet

Helikopteri on luonnostaan labiili, eli epävakaa. Se ei pyri itsenäisesti oikaisemaan kallistustaan, eikä niin ollen myöskään leiju itseksensä paikoillaan. Helikopterin leijuttamista on verrattu kahden pallon pitämiseen päällekkäin alemmaa palloa pyörittämällä. Paikallaan leijumisen ollessa kaiken kopterinlennättämisen peruste myös lennätysharjoittelu aloitetaan siitä.

Leijuttaminen

Ohjaussuuntien oikeellisuuden ja moottorin käynnin varmistettuasi vie apujalaksin varustettu kopterisi tasaiselle ja aukealle paikalle, jossa se voi liikkua vähintään kymmenen metriä kaikkiin suuntiin osumatta mihinkään. Aseta kopterin nokka vastatuuleen ja mene itse seisomaan perän puolelle vähintään kymmenen metrin päähän. Aloita kaasun lisääminen varovasti, kunnes kopteri kevenee maassa ja alkaa pyrkiä johonkin suuntaan. Sääda lähettimesi trimmivipuja siten, että perä pysyy suorassa ja kopteri ei kallistu voimakkaasti yhteen suuntaan. Kopteri pyrkii aina vaeltamaan, joten täysin stabiiliksi et sitä trimmaamalla saa. Pääroottorin vääntöä kumoamaan kehitetty peräroottori aiheuttaa sivulle työntävän voiman, joka pakottaa kopterin leijumaan paikallaan hieman kyljelleen kallistuneena. Niinpä myötöpäivään pyörivällä roottorilla varustettua kopteria joutuu kallistamaan oikealle maastanousun yhteydessä.

Pompottele kopteria enintään viisi senttiä irti maasta ja pyri lähettimesi tikkuja liikuttelemalla pitämään sitä mahdollisimman hyvin paikallaan. Oikeaoppiset ohjausliikkeet ovat nopeita ”tökkäisyjä”, älä kuitenkaan koskaan laske irti tikkuista lennätyksen aikana. Jos joudut nojaamaan tikulla jatkuvasti johonkin suuntaan, sääda trimmejä.

Kun alat saada tuntumaa kopteriin, kannattaa pomppujen korkeutta lisätä noin kolmeenkymmeneen senttiin. Jatka pompttelua ja siirrä lähelle esteitä karannut kopteri vaikka käsin takaisin turvallisemmalle paikalle. Kun kopteri pysyy paikallaan haluamassasi paikassa haluamallasi korkeudella haluamasi ajan, olet oppinut leijuttamaan perä itseä kohti.

Kääntelevä seuraavaksi kopterin perää hieman sivuille ja jatka harjoittelua. Kun osaat leijuttaa kopterin molemmat kyljet tai nokka itseäsi kohti, olet jo varsin pitkällä. Lisää korkeutta ja huomaat leijuttamisen helpottuvan, koska apujalakset ja roottori etääntyvät maaefektin vaikutuspiiristä. Kun saat kopterisi laskeutumaan maahan ilman sivuttaista liikettä ja turvallisesti, voit poistaa apujalakset.

Tässä vaiheessa sinun pitäisi siis pystyä leijuttamaan kopteria kaikissa asennoissa itseesi nähden, sekä nousta ja laskeutua ilman riskiä kopterin kaatumisesta.

Eteenpäin lennättäminen

Seuraava vaihe kopterin lennättämisessä on eteenpäin lentämisen opettelu. Leijuntaharjoittelun yhteydessä olet varmasti huomannut, että hitaissa kävelynopeuksissa kopteri liikkuu vaivattomasti kaikkiin suuntiin. Nopeassa lennossa ohjausperiaatteet muistuttavat enemmän kiinteäsiipistä lentokonetta.

Kopterin liikkeessä eteenpäin hieman runsaammalla nopeudella alkaa elevator suunnan ohjaaminen vaikuttaa korkeuteen aivan lentokoneen korkeusperäsimen tavoin. Sauvaa vedettäessä kopterin nokka nousee ja koko kopteri lähtee kipuamaan ylöspäin. Toiminta on päinvastainen työnnettäessä tikkua eteenpäin.

Kaarron suorittaminen tapahtuu siten, että ensin kopteria kallistetaan hieman sisäkaarteeseen puolelle. Tämän jälkeen vedetään elevatoria ja samanaikaisesti käännetään kopterin nokkaa, jotta se kääntyy kulkusuunnan muutoksen mukana. Ilman peräroottorin ohjaamista nykyaikaisella gyrolla varustettu kopteri tulee kaarteesta takaperin. Kaarto päätetään keskittämällä ohjaimet ja kallistamalla kopteri takaisin vaakatasoon.

Flare, eli lentonopeuden kuolettaminen on alussa yllättävän hankala suoritus. Kopterin lähestyessä haluttua pysähtymiskohtaa vedetään nokkaa ylös vauhdin hidastamiseksi. Nokan nostaminen aiheuttaa kuitenkin eteenpäin lennettäessä korkeuden kasvamista, joten samanaikaisesti on myös

vähennettävä lapakulmia korkeuden pitämiseksi muuttumattomana. Vauhdin hidastuttua riittävästi työnnetään kopterin nokka takaisin vaakatasoon ja samalla lisätään lapakulmia vajoamisen estämiseksi. Molemmat lähettimen tikut tekevät siis samanaikaisen ja samansuuntaisen liikkeen flaren aikana.

Autorotaatio

Jokaisen kopterinlennättäjän tulisi opetella autorotaation ajaminen mahdollisimman pian nopeaan lentoon siirtymisen jälkeen. Autorotaatio, eli helikopterin pakkolasku ilman moottoritehoa säästää rahaa ja vaivaa moottorihäiriön sattuessa.

Autorotaation periaate on seuraava. Moottorin sammuttua pääroottorin vastus aiheuttaa kierrosluvun nopean pientymisen ja kopterin hallinnan menetyksen, ellei lennättäjä ole valpas. Autorotaatiossa pääroottorin lapakulmat käännetään negatiivisiksi, jolloin korkeuttaan menettävän kopterin kohtaama ilmanvirta ylläpitää roottorin kierroslukua. Kopterin lähestyessä maata vajoamisnopeus hidastetaan roottorin inertiaa hyväksi käyttäen, jolloin laskeutuminen on mahdollista suorittaa pehmeästi ja turvallisesti.

Heti moottorin sammuttua vedetään lapakulmatikkua alas niin pitkälle, että kopteri alkaa vajota ja roottorin kierrosluku säilyy. Negatiivisia lapakulmia on tällöin noin kolmen asteen verran. Vähemmän negatiivisia kulmia ei riitä ylläpitämään kierroslukua ja enemmän taas lähinnä kasvattaa vajoamisnopeutta.

Kopterin nokka pidetään hieman painuneena, koska eteenpäinlentonopeus auttaa rotaation loppuvaiheessa. Lasku tulisi pyrkiä suorittamaan vastatuuleen, jotta omien pyörteiden läpi laskeutuminen ei vaikeuttaisi liikkeen lopetusta.

Kopterin ollessa noin 3-4 metrin korkeudessa vedetään pehmeästi nokkaa ylös. Mikäli kopteri lentää eteenpäin, sen tulisi hidastaa vauhtiaan ja samalla vajoamisnopeus pienenee tai lakkaa lähes kokonaan. Myös roottorin kierrosluku kasvaa tässä vaiheessa. Vaakasuuntaisen liikkeen pysähtyttyä lähes kokonaan työnnetään nokka vaakatasoon ja samanaikaisesti lisätään positiivisia lapakulmia, jotta kopteri laskeutuu pehmeästi maahan.

Autorotaatiota harjoiteltaessa säädetään lähettimen Throttle Hold toiminto siten, että vivun ollessa päällä moottori käy varmaa tyhjäkäyntiä. Rotaatiokokeilut aloitetaan korkealla vetämällä holdia. Vedetään lapakulmat negatiivisiksi ja tutkitaan kopterin rotaatio-ominaisuuksia. Seuraavaksi kokeillaan loppuvetoa, eli flare ja otetaan ajoissa hold pois päältä ja siirrytään uudestaan korkeammalle uutta yritystä varten. Tuodaan kokeiluja jatkuvasti alemmas ja suorituksen tuntuaessa varmalta ajetaan rotaatio maahan asti.

Toinen vaihtoehto on asettaa hold niin suurelle kaasulle, että kopteri jaksaa juuri ja juuri leijua. Ajetaan rotaatioita maahan asti ja vähennetään joka kerralla hieman holdin kaasua. Vähitellen huomataan, että kopteri laskeutui maahan aivan oikeata autorotaatiota tehden.