

mitään ennen kuin itse on kokeilut, päätimme suorittaa joukon dynamometritestejä erilaisille autoille. Mukaan saatiin ehdettu ja vaapaisthengittäviä vakio- ja kilpa-autoja, jotta saataisiin mahdollisimman laaja kuva tulpkien toimivuudesta eri autoissa.

Ahonen Competitionin Super 2000 Renault oli ensimmäinen kilpapel. Kesällä nähdyt hyvät suorituskyvyt ymmärtää, kun seuraa tiimin järjestelmällistä työskentelyä auton kehittämiseksi.

Renaultin mittaukset suoritettiin tiimin omalla dynamometrillä. Jokaisella tulpalla ajettiin kaksi vetoa, jotta mittausepävarmuutta saatiin pienemmäksi. Vetojen väliset erot olivat hyvin pieniä: suuruudeltaan 0,2 hv eli toistettavuus oli erittäin hyvä. Huomattavaa on, että

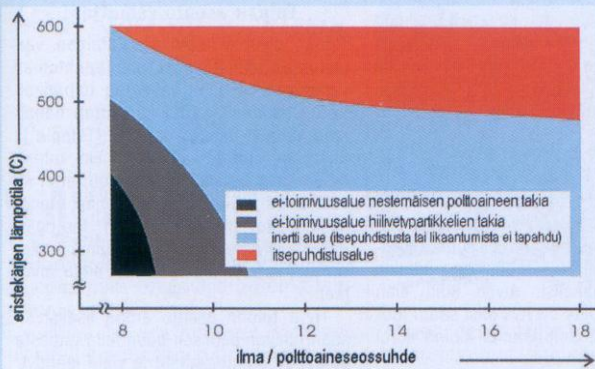
lukemat ovat vetopyörätehoja.

LGS-mallilla mitatusta 0,5 hv:n tehoerosta vertailutulppaan voisi päätellä, että moottorin potentiaalista on saatu hieman enemmän käyttöön. Kuitenkin ero on niin pieni, että se voi hukkaa mittausepävarmuuden.

IR-mallin tulpasta saatiin tietoa kärkevälin ja ennakon merkityksestä: Pienemmällä elektrodien kärkevällä ja ennakolla saatiin hieman hitaampi palotapahtuma ja pienempi huipputeho. Vastaavasti normaaliennakolla ja suuremmalla kärkevällä saatiin hieman suurempi huipputeho.

Muut autot testattiin luotettavaksi testipaikaksi osoittautuneessa ST-Motors Oy:ssä. Testipäivän lämpötila oli hyisen kylmä eli tarjosi otolliset testiolosuhteet.

Pelkällä tulpanvaihdolla saatiin mukava tehollisä aikaan.



Sytytystulpan tavoiteltu toimintalämpötila-alue on itsepuhdistusalueen alaraja. Ei-toimivuusalue aiheutuu liian rikkaasta seoksesta.

le muodostuu valokaari, jolle on tyypillistä matalampi jännitetaso (~100 V), mutta pidempi kestoaika (mikrosekuntia = miljoonasosasekunti). Virtataso on niin suuri kuin sytytysjärjestelmä sallii.

Kaarivaiheessa tapahtuu keskielektrodin kulumista kuumen pisteen takia, jolloin materiaalia höyrystyy. Kaarivaihetta voi vielä sytytysjärjestelmästä riippuen seurata heikkuvaihe.

Kipinän keskellä lämpötila on noin 10 000 astetta. Lämpötila alenee kipinän ulkopintaan siirryttyä. Kun lämpötila on laskenut 1 000-2 000 asteen tasolle, saavutetaan ihanneolosuhteet palamisreaktion alkuunsaamiseksi. Palotapahtuma alkaa siis lieriömäisen kipinän ulkopinnalta.

Korkean puristussuhteen moottoreille ja turboautoille on tärkeää mitoittaa sytytysjärjestelmä teholtaan riittäväksi. Puristustahdin lopussa paine nousee sylinterin si-

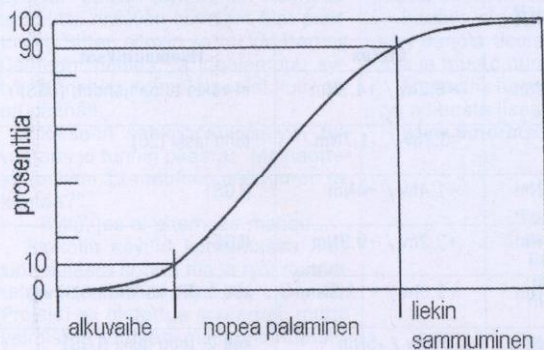
sällä suureksi, jolloin vaadittava ionisoitumisjännite ja sytytysenergia kasvavat huomattavasti. Monesti näiden autojen käyntihäiriöt kuormituksen alla johtuvat juuri sytytysjärjestelmän riittämättömyydestä.

Mikäli sytytyslaitteiston tuottamaa energiamäärää voidaan kasvattaa, seurauksena on suurempi kipinän halkaisija. Näin suurempi määrä ilma/polttoaineseosmolekyylejä osallistuu palotapahtuman alkun, millä on suotuista vaikutuksia asiaan.

Palotapahtuman kulku

Palotapahtuma sylinterissä voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen: 1) liekin kehittymiseen, 2) sen etenemiseen ja 3) sammumiseen.

Kehittymisvaihe lähtee käyntiin kipinästä. Ilma/polttoaineseoksen palaminen alkaa ja palorintama etenee pallomaisena aaltona. Palorintama on laminaarinen - va-



Pystyasteikolla on palanut polttoainemassa, vaaka-asteikolla kampaikselin pyörimiskulma.

Toyota Corolla GT:llä suoritettut sytytystulppatellit			
Auto	Sytytystulppa	Teho	Huomautukset
Corolla GT 1,6 (4A-GE)	Denso Iridium IQ22	188,0hv / 178,1Nm	Kärkiväli 0,8mm
	Brisk IR	187,3hv / 178,6Nm	Kärkiväli 1,2mm
	Brisk LGS	186,9hv / 176,7Nm	

Toinen kilpapel, Toyota Corolla GT, säädettiin dynamometrissä optimoiden polttoainesyöttö ja sytytysennako vertailusytytystulppille. Corollassa testattiin IR- ja LGS-sytytystulppamallit.

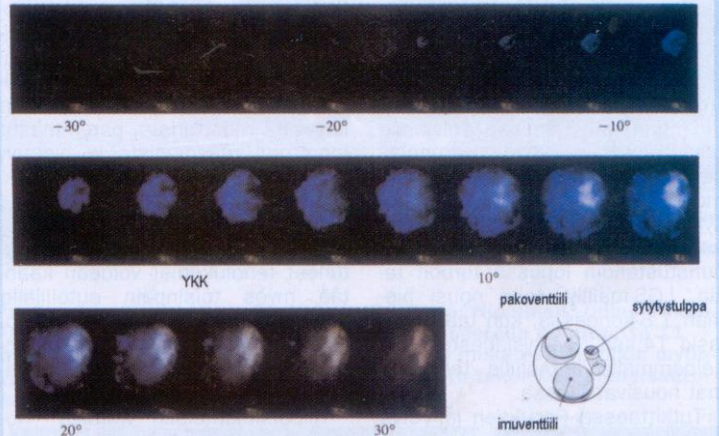
Valitettavasti IR-sytytystulppamallin kanssa tapahtui inhimillinen erehdys säädettäessä elektrodien kärkevää, joka meni liian suureksi. Olisi ollut mielenkiintoista nähdä tulokset samoilla kärkeväliasetuksilla. LGS-malli ei toiminut aivan niin hyvin kuin "perinteiset" sytytystulpat. Ehkäpä sytytysjärjestelmässä ei ollut riittävästi resursseja suuremmalle kuormalle.

Testeissä kävi myös vierailevana

tähtenä Kalle Sarlinin Ford Escort Cosworth. Emme saaneet luotettavia tuloksia, koska renkaat alkoivat luistaa dynamometrin rullilla aina noin 530 Nm:n kohdalla. Kuitenkin saimme tehtyä "vertailua" korvakulolla: Vakiosytytystulppille optimoituilla säädöillä Briskin TR- ja IR-tulpat aiheuttivat nakutusta eli palonopeus kasvoi moottorissa.

Autojen vertailutehot olisivat saattaneet kasvaa hieman, mikäli olisi käytetty uusia vakiosytytystulppia. Uusien sytytystulppien merkitys pienenee käytettäessä platina tai monikärkisytytystulppia, sillä niiden käyttöikä on pitkä.

Niissä siviiliautoissa, joissa teho



Kuvasarjassa nähdään yhden työtahdin aikana tapahtuva palaminen koemoottorissa. Kipinä ajoittuu 30 astetta ennen yläkuoloa. Palotapahtuma näkyy kunnolla vasta noin 10 astetta kipinän jälkeen.

kaa- ja hyvin ohut. Tutkittaessa tarkemmin palotapahtuman osia niiden kestoja tarkastellaan yleensä kampaikselin pyörimiskulman funktiona.

Palotapahtuman alkuvaiheen katsotaan päättyvän, kun 10 % ilma/polttoaineseoksen massasta on palanut.

Liekin etenemisvaihe jatkuu pallomaisen palorintaman muuttumisella paksuksi ja turbulenttiseksi, jolloin palorintama etenee nopeasti kohti sylinteriseinämiä. Tätä kutsutaan nopean palamisen vaiheeksi, ja sen kestoksi lasketaan kampaikselin asteväli, jona ilma/polttoaineseoksen massasta on palanut 10-90 %:n osuus.

Liekki sammuu, kun palorintama saavuttaa sylinteriseinämät. Tosin tällöin kaikki palaminen ei ole vielä tapahtunut. Nopean palamisen vaiheessa palorintaman taakse on saattanut jäädä palamattomia "seostas-kuja", jotka palavat viimeisenä. Tämän vaiheen kesto on, kun ilma/polttoaineseosmassasta palaa 90-100 %:n osuus.

Mitä suurempi pinta-ala on ollut palotapahtuman aloittaneessa kipinässä, sitä voimakkaamman ja nopeamman alun palo saa. Tämä puolestaan nopeuttaa koko tapahtumaketjua.

Palotapahtuman kesto ei ole vakio, vaan se muuttuu moottorin toimintaparametrien myötä. Suurin vaikutus on moottorin pyö-

misnopeudella. Palonopeus kasvaa moottorin kierrosluvun noustessa.

Kierrosluvun kasvaessa sisään virtaavan ilma/polttoaineseoksen turbulenssin määrä kasvaa, mikä saa palorintaman etenemään nopeammin. Sylinterissä vallitsevalla suuremmalla paineella on palorintamaa nopeuttava vaikutus. Esimerkiksi korkeilla kierrosluvuilla nostettu kaasupoljin aiheuttaa palonopeuden hidastumisen, koska kaasulämpötila asento vaikuttaa sylinteripaineeseen.

Lisäksi seossuhteella, käytetyllä polttoaineella ja palotapahtuman jäännöskaasulla (pakokaasun kierrätys) on vaikutuksensa palorintaman etenemisnopeuteen. Luonnollisesti myös sylinterin sisäinen geometria (tulpan sijainti, palotilan ja männän muotoilu jne.) vaikuttaa tapahtuman kestoan. Suurin palonopeus on moottoreissa, joissa sytytystulppa sijaitsee keskellä palotilaa.

Lähteet

1. Brisk Technical Manual
2. Brisk Racing Catalogue 2004-2005
3. John B. Heywood. Internal Combustion Engine Fundamentals. McGraw-Hill Book Company. 1988. ISBN 0-07-100499-8