

Rīgas 64. Vidusskola

# **ECU tūnēšana jeb čiptūnings**

**Pētnieciskais darbs programmēšanā**

Darba autors:

Rīgas 64. vidusskolas 12.DIT skolnieks

Roberts Ikaunieks

Darba vadītājs:

Rīgas 64. vidusskolas programmēšanas skolotājs

Edvards Bukovskis

**Rīga 2023**

## Anotācija

ECU tūnēšana jeb centrālā datora pārprogrammēšana turpmāk darbā pieminēta, kā čiptūnings. Roberts Ikaunieks, darba vadītājs Rīgas 64.vidusskolas programmēšanas skolotājs Edvards Bukovskis.

Projekta darbā teorētiskajā daļā tiek apskatīta čiptūniga pagātne no tā aizsākumiem līdz mūsdienām, kā tas negatīvi ietekmēt automašīnas dzinēja ilgtspējīgumu, kā arī automašīnas vadītājam iegūtu vēlamos rezultātus un uzlabotu ikdienišķās vadītāja vajadzības un vēlmes.

Praktiskajā daļā tiek salīdzināta automašīnas centrālā datora pārprogrammēšana maksimālas jaudas ieguvei pirms un pēc pārprogrammēšanas salīdzinot ar no avotiem iegūtajiem rezultātiem izmantojot dinamometra jaudas testus.

Atslēgvārdi: Čiptūnings, dinamometrs, automašīnas centrālā datora pārprogrammēšana.

## Abstract

ECU tuning, or mainframe reprogramming, is referred to as chip tuning in the following work. Roberts Ikaunieks, supervisor Edvards Bukovskis, programming teacher at Riga Secondary School 64.

The theoretical part of the project work deals with the past of chip tuning from its origins to the present, how it negatively affects the sustainability of the car's engine, as well as the desired results for the car's driver and improves the daily needs and desires of the driver.

The practical part compares the reprogramming of the car's central computer for maximum power before and after reprogramming against the results obtained from sources using dynamometer's power tests.

Keywords: chip tuning, dynamometer, reprogramming the car's central computer.

# Saturs

Ievads .....	4
1. Kas ir ECU tūnēšana, jeb čiptūnings? .....	5
1.1 Automašīnas dzinēja jaudas fokusēta ECU tūnēšana.....	5
1.2 ECU tūnēšanas pagātne un aizsākumi .....	6
1.3 ECU tūnēšanas negatīvās puses.....	7
1.4. Dinamometrs, tā veidi, pielietojums un, kā tas strādā .....	8
2. Automašīnas sagatavošana pirms dinamometra izmantošanas. ....	11
2.1.Dinamometra testi- rezultātu noteikšana. ....	11
2.2 Rezultātu analīze un salīdzināšana.....	13
2.3 Kāpēc rezultāti bija daudz labāki nekā gaidīts? .....	14
Secinājumi .....	15
Informācijas iegūšanai izmantotie avoti .....	16

## Ievads

Mūsdienu ECU tūnēšana,, jeb standarta dzinēja vadības bloka mikroprogrammatūras nomainīšana pret modificētu ar mērķi palielināt jaudu, turpmāk tiks pieminēta, kā čiptūnings ir ļoti izplatīts process, kas maina automašīnas centrālā datora kodu lai to pielāgotu īpašnieka interesēm, kā piemēram samazināt izplūdes gāzu emisijas. Tas var izpausties daudz un dažādi, ikdienas braukšanas vēlmēm, pa pilsētu vai sacīkstēm trasē. Katra automašīna uz čiptūningu atbild citādāk un tieši tas tiks pētīts šajā pētījuma veicot to uz projekta autora personīgā automobiļa. Automašīnai nepareizi veiktu čiptūnings var iznīcināt tās dzinēju, līdz ar to tas ir jāveic pie sertificētiem profesionāļiem.

### Hipotēze:

- Automašīna pirms tūnēšanas parādīs sliktākus rezultātus jaudā (zirgspēkos un ņūtonmetros) nekā pēc tās.

### Pētījuma mērķis:

- Noskaidrot, kā tieši jaudas fokusēts čiptūnings ietekmē automašīnas jaudu, apskatīt tā pagātni, kā arī uzzināt kā tas strādā .

### Izmantotās pētīšanas metodes:

Pētījumā tiks izmantoti literatūras avoti lai uzzinātu tikko no rūpnīcas izdotu automašīnu rezultāti dažādos autora noteiktajos parametros un salīdzināti praksē ar automašīnu, kam jau ir veikts čiptūnings. Viss tiks iemūžināts bildēs un video, kā arī izmantotas dažādas programmas, lai iegūtu precīzus rezultātus jaudas uzlabojuma noteikšanai.

# 1. Kas ir ECU tūnēšana, jeb čiptūnings?

ECU tūnēšana, kas arī pazīstama kā čiptūnings, ir process, kurā automašīnas dzinēja vadības vienība (**Engine Control Unit** - ECU) tiek modificēta vai pielāgota, lai uzlabotu automašīnas veiktspēju, degvielas ekonomiju un citus faktorus. [1.]

**Veiktspējas uzlabošana:** ECU tūnēšana var palielināt dzinēja jaudu un griezes momentu, padarot automašīnu ātrāku un dinamiskāku. Tas ir populārs modificējums automašīnu entuziastiem un autosacīkšu entuziastiem, kuri vēlas uzlabot automašīnas jaudu. [1.]

**Degvielas ekonomijas uzlabošana:** Dažas ECU tūnēšanas iestādes piedāvā degvielas ekonomijas uzlabošanu, pielāgojot degvielas maisījuma un dzinēja parametrus, lai samazinātu degvielas patēriņu. Tas var būt noderīgi, kuri vēlas samazināt degvielas izmaksas. [1.]

**Degvielas Emisiju kontrole:** ECU tūnēšana var samazināt degvielas emisiju izmešu daudzumu, padarot automašīnu videi draudzīgāku. [1.]

**Dzinēja dzīves ilguma pagarināšana:** Pareizi veikta ECU tūnēšana var palīdzēt dzinējam darboties efektīvāk un izvairīties no pārkāršanas vai citiem tā videi kaitīgiem apstākļiem, kas var ietekmēt dzinēja dzīves ilgumu. [1.]

**Specializēta pielietojuma uzlabošanai:** Dažas ECU tūnēšanas programmas ir izstrādātas, lai uzlabotu konkrētas automašīnas pielietojumu, piemēram, bezceļa braukšanu vai trases sacensības. Tas var ietvert gaisa spiediena, riteņu piedziņas un citu uzlabojumu pielāgošanu. [1.]

## 1.1 Automašīnas dzinēja jaudas fokusēta ECU tūnēšana

Pastāv daudz un dažādu veidu, kā tūnēt automašīnas dzinēja jaudas padevi, kā piemēram degvielas ekonomēšanai vai arī kravas vilkšanai, bet šajā pētījuma mēs apskatīsim tieši jaudas fokusētu ECU tūnēšanu, kas uzlabo dzinēja jaudu tieši ātruma uzņemšanā kā arī vispārīgajā jaudā. [1.]

Tieši jaudas palielināšanas orientētu ECU tūnēšanu. Lai nodrošinātu lielāku jaudu, ir svarīga automobiļa veiktspējas modifikāciju daļa, kas prasa dzinēja vadības bloka pārveidošanu, lai no dzinēja iegūtu maksimālu jaudu un griezes momentu, jo īpaši ar mērķi uzlabot dzinēja veiktspēju. Optimizējot šos parametrus, kas var ietvert, aizdedzes laika noteikšanu, turbokompresora jaudas palielinājuma līmeni un izspiedējgultņa reaģēšanu, tūnētāji tiecas nodrošināt eksplozīvāku un atsaucīgāku jaudu, jo īpaši zemos un vidēji lielu apgriezīenu diapazonā, kur ātrums ir neizteiktāks un vajadzīgāks ikdienas braukšanas vēlmēm. [3.]

Piemēram, aplūkosim sporta automobili ar turbokompresoru un no rūpnīcas nokalibrētu ECU, kas paredzēts jaudas un degvielas patēriņa efektivitātes līdzsvaram. Uz jaudu orientēta ECU regulēšana var pārkalibrēt motora reakciju, palielināt paaugstināto spiedienu un palielināt aizdedzes laika intervālu. Tas ievērojami palielina lejupejošo griezes momentu, ļaujot automobilim izkustēties no starta līnijas ar lielāku jaudu un veiklību. [1] Rezultāts ir ļoti patīkams padara braukšanas pieredzi, tādu, ka automašīna paātrinās vienmērīgi un bez piepūles [1.]

## 1.2 ECU tunēšanas pagātne un aizsākumi

Dzinēja vadības bloka (ECU) tuningam ir bagāta vēsture. Tā ir saistīta ar automobiļa programmatūras un dažkārt pat aprīkojuma modificēšanu, lai uzlabotu veiktspēju, degvielas patēriņa efektivitāti un veiktu citus nelielus pielāgojumus. Šeit ir izklāstīti tās pagātnes pamati: [1.]

**Sākotnējās sistēmas (70.-80. gadi):** Šajā laika posmā tika ieviesti pirmie ECU. Tie bija diezgan vienkārši, salīdzinot ar mūsdienās pieejamajām automašīnu galvenajiem dzinēja blokiem. Tie varēja fokusēties tikai uz tādām motora vadības pamatfunkcijām kā aizdedzes laika iestatīšana un degvielas iesmidzināšana. Kad tūnētāji pirmo reizi sāka strādāt ar šīm sistēmām, viņi fiziski regulēja tādus komponentus kā karburatoru griežot tā skrūves un testējot rezultātu cerot, ka nesabojās dzinēju vai citas automašīnas detaļas. [1.]

**(90. gadi):** Deviņdesmitajos gados mēs pieredzējām vairāk izmaiņu saistībā ar ECU. Šajā laikā tās kļuva arvien vairāk sastopami automašīnās, un tās sāka būt programmējamās. Tomēr tajā laikā tas joprojām bija sarežģīti, tāpēc ar tiem strādāja tikai cilvēki, kas to labi pārvaldīja. Tas bija līdz brīdim, kad parādījās ārpalpojumu tirgus uzņēmumi. [1.]

**Vienkāršāka modifikācija (2000. gadi):** 20. gadsimta 2000. gados pēctirgus uzņēmumi sāka izstrādāt rīkus vieglākai ECU regulēšanai. Tādi uzņēmumi kā *EFI Live*, *HP Tuners* un *Cobb Accessport* ļāva to izdarīt ikvienam. Tādējādi viss kļuva pieejamāks cilvēkiem, kuri nav mehāniķi. [1.]

Pielāgotas ECU kartes (2000. gadi - mūsdienas): Tas ļāva autovadītājiem pielāgot savus automobiļus tādiem mērķiem kā braukšanas efektivitāte, degvielas ekonomija vai vilkšana. [1.]

**OBD-II un *Plug-and-Play tuning* (no 2000. gadiem līdz mūsdienām):** Tūninga process tika vēl vairāk vienkāršots, ieviešot OBD-II (*On-Board Diagnostics*) portus lielākajā daļā transportlīdzekļu. *Plug-and-play* tūninga ierīces, kas līdzīgas tām, ko piedāvā tādi uzņēmumi kā APR, Ikutec, kļuva populāras, jo tās ļāva lietotājiem viegli straumēt personalizētu mūziku bez ECU pārprogrammēšanas. [3.]

**Dinamometriskā tūnēšana un tālvadības tūnēšana (no 2000. gadiem līdz mūsdienām):** *Dyno tuning*, kad automobiļi tiek testēti uz dinamometra, ir kļuvusi par ierastu praksi, lai veiktu precīzas čiptūninga darbus Attālinātā regulēšana, ko nodrošina internets, ir galvenā programmatūra, ar kuru pasaulē var palīdzēt tūninga veicējiem, kas strādā pat tad, kad klienti to dara fiziski klātienē.

**ECU drošība un šifrēšana (no 2000. gadiem līdz mūsdienām):** Lai pasargātu no neatļautām modifikācijām, ražotāji sāka ieviest šifrēšanas un drošības funkcijas ECU, to nodrošināšana ar programmatūras iegūšanu un modificēšanu kļuva sarežģītāka, kā rezultātā bija jāizstrādā apkopes rīki un programmatūra, lai strādātu ar šīm drošības sistēmām un, lai apietu tās. [1.]

Juridiskie un normatīvie jautājumi (2000. gadi): ECU tunings ir saskāries ar juridiskām un regulatīvām problēmām dažādās jomās. Dažas modifikācijas var anulēt garantiju, savukārt citas neatbilst emisiju standartiem. Modifikācijas un regulēšanas noteikumi dažādās valstīs atšķiras, un autoražotājiem šie noteikumi ir jāzina. [1.]

### 1.3 ECU tūnēšanas negatīvās puses.

ECU tūnēšana var sniegt dažādas priekšrocības, piemēram, lielāku jaudu un uzlabotu veiktspēju, taču tai ir arī savas negatīvās puses un iespējamie trūkumi. Šeit ir daži no biežāk sastopamajiem ECU tūninga trūkumiem: [3.]

**Garantijas atcelšana:** Daudzi transportlīdzekļu ražotāji anulē garantiju, ja konstatē, ka ECU ir pārprogrammēts. Tas nozīmē, ka var nākties segt remonta izmaksas, ja ar transportlīdzekli kaut, kas notiek nepareizi. [3.]

**Samazināta ilgspējība:** Agresīva ECU tūnēšana, kas iedarbojas uz dzinēju līdz tā robežām, var palielināt detaļu nodilumu un nolietojumu, potenciāli samazinot dzinēja uzticamību ilgtermiņā. [3.]

**Motora noslogojums:** Ja dzinējs tiek darbināts ar lielāku jaudu, tas var radīt lielāku stresu un karstumu, kas var saīsināt svarīgāko dzinēja detaļu kalpošanas laiku. [3.]

**Ogļskābo gāzu emisijas un juridiskās problēmas:** Dažās valstīs un reģionos ECU tūnēšana var izraisīt neatbilstību ogļskābo gāzu emisiju noteikumiem un citas juridiskas problēmas. Tas var novest pie naudas sodiem vai obligātām transportlīdzekļa pārbaudēm. [3.]

**Degvielas ekonomija:** Dažas ECU regulēšanas var uzlabot degvielas patēriņa efektivitāti, taču agresīva regulēšana, kas vērsta tikai uz veiktspējas uzlabošanu, var samazināt degvielas ekonomiju, jo īpaši, braucot agresīvi. [3.]

**Tūninga izmaksas:** Profesionāla ECU regulēšana var būt dārga, jo īpaši, ja mērķis ir augsta veiktspējas līmeņa sasniegšana. Izmaksas ne vienmēr attaisno ieguvumus, un var paiet zināms laiks, līdz ieguldījumi atmaksājas. [3.]

**Pieredze:** Lai veiktu ECU tūningu, nepieciešamas tehniskās zināšanas, un ne visi transportlīdzekļi ir vienādi pielāgojami tūningam. Vecākus transportlīdzekļus var būt vieglāk noregulēt, savukārt mūsdienu transportlīdzekļi ar sarežģītiem ECU var radīt lielākas problēmas. [3.]

**Tūnēšanas risks:** pieredzes trūkums vai slikti veikta ECU tūninga veikšana var izraisīt dzinēja bojājumus, vāju veiktspēju un vadāmības problēmas. Lai samazinātu šos riskus, ir svarīgi izvēlēties uzticamu tūninga speciālistu. [3.]

**Pārdošanas vērtības zudums:** Daži potenciālie pircēji var piesardzīgi izturēties pret transportlīdzekļiem ar modificētiem ECU, jo tas var liecināt par intensīvu lietošanu vai iespējamām uzticamības problēmām. [3.]

**Tehniskās apkopes vajadzības:** Tūnētiem transportlīdzekļiem var būt nepieciešama biežāka tehniskā apkope, lai nodrošinātu to nepārtrauktu veiktspēju un uzticamību, kas var radīt lielākas pastāvīgās izmaksas. [3.]

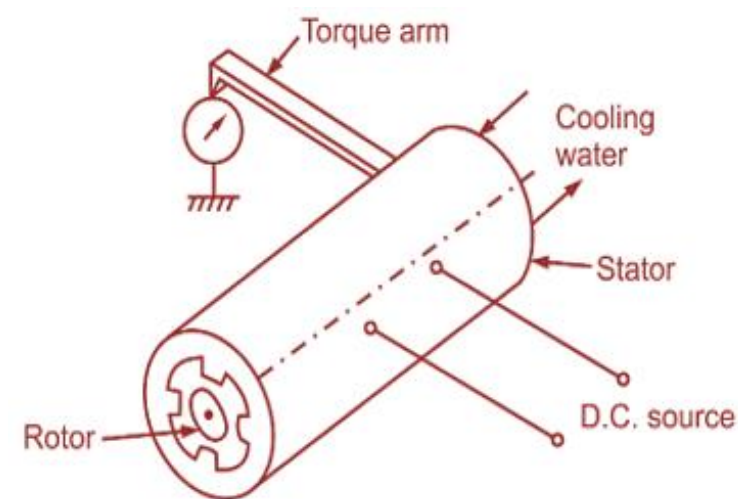
Ir svarīgi izsvērt ECU tūnēšanas plusus un mīnus un apsvērt savus konkrētos mērķus un iespējamās sekas. Ja to pareizi veic kvalificēts profesionālis, kas pārzina transportlīdzekļa ierobežojumus, ECU tūninga veikšana var būt vērtīgs līdzeklis, lai uzlabotu transportlīdzekļa veiktspēju. Tomēr ir ļoti svarīgi to veikt pārdomāti, jo īpaši, ja uz savu transportlīdzekli paļaujaties kā uz ikdienas transporta līdzekli vai ja ir bažas par garantijas segumu un atbilstību likumiem.

### 1.4. Dinamometrs, tā veidi, pielietojums un, kā tas strādā

Dinamometrs ir automobiļu inženierijas un elektronisko vadības bloku (ECU) tūninga ir precīzs mērīšanas instruments, ko izmanto dzinēja veikspējas parametru mērīšanai un analīzei. Tas kalpo kā būtisks instruments ekspertiem kas cenšas optimizēt dzinēja efektivitāti, jaudu un vispārējo veikspēju. Dinamometra galvenā funkcija ir imitēt reālus braukšanas apstākļus, noslogojot motoru ar kontrolētu pretestību un izmērot dažādus parametrus, griezes momentu, jaudu, motora apgriezienus un degvielas patēriņu. Pakļaujot dzinēju kontrolētām slodzēm dažādos ekspluatācijas apstākļos, dinamometri sniedz vērtīgus datus par dzinēja uzvedību un veikspēju.

Turpinājumā, ir pieminēti vairāk izmantotie dinamometri un kam tie tiek izmantoti, kā arī ,kā tie strādā.

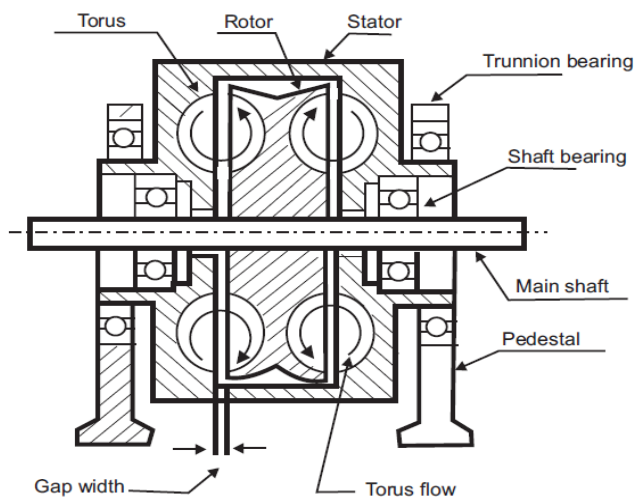
**1. Edija strāvas dinamometrs:** Dinamometri ar virpuļstrāvu izmanto elektromagnētisko indukciju, lai radītu pretestības spēkus. Rotors, kas parasti ir izgatavots no vadoša materiāla, piemēram, vara, griežas elektromagnēta radītā magnētiskajā laukā. Rotoram rotējot, rotorā tiek inducētas virpuļstrāvas, radot magnētisko lauku, kas ir pretējs sākotnējam magnētiskajam laukam, tādējādi radot bremsēšanas spēku. Bremsēšanas spēka lielumu regulē, mainot elektromagnēta stiprumu, tādējādi ļaujot precīzi kontrolēt dzinējam pielikto slodzi. [2]



(1. attēls [4.]Edija strāvas dinamometrs)

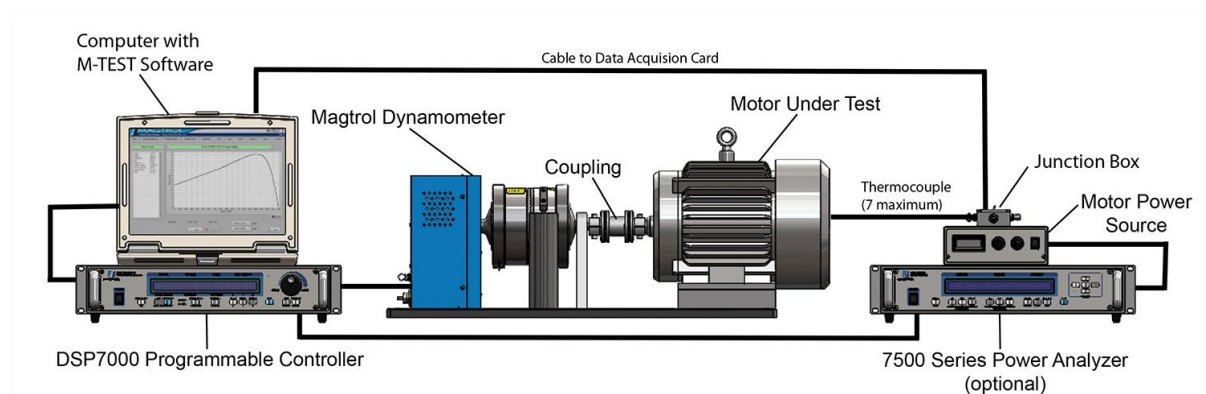


**2. Hidrauliskais dinamometrs.** Hidrauliskie dinamometri izmanto hidraulisko šķidrumu, lai nodrošinātu pretestību motora izejas vārpstai. Dinamometrs sastāv no divām savstarpēji savienotām kamerām, kas piepildītas ar hidraulisko šķidrumu. Kad motors griež dinamometra ieejas vārpstu, šķidrums ir spiests plūst starp kamerām, radot pretestību. Pretestību var regulēt, regulējot hidrauliskā šķidruma plūsmu starp kamerām, izmantojot vārstus, kas ļauj precīzi kontrolēt dzinējam pielikto slodzi. [2.]



(2. attēls [5] Hidrauliskais dinamometrs)

**3. Elektromotoru dinamometrs:** Elektromotoru dinamometri izmanto elektromotoru, lai pieliktu slodzi motora izejas vārpstai. Elektromotors ir savienots ar motora izejas vārpstu un darbojas kā ģenerators, pārveidojot motora mehānisko enerģiju elektroenerģijā. Elektriskā enerģija tiek izkliedēta kā siltums rezistoru baterijā vai atgriezta elektotīklā, nodrošinot kontrolējamu slodzi motoram. [2.]



(3. attēls [6] Elektromotoru dinamometrs)

**4. Pulvera bremžu dinamometrs:** Pulvera bremžu dinamometros izmanto magnētisko pulveri, kas atrodas korpusā, lai nodrošinātu pretestību motora izejas vārpstai. Dinamometrs sastāv no diviem rotoriem, kurus atdala neliela gaisa sprauga, un viens rotors ir savienots ar motora izejas vārpstu, bet otrs - ar nekustīgu korpusu. Kad korpusam tiek pielikts magnētiskais lauks, magnētiskais pulveris spraugā sacietē, radot pretestību rotācijai. Pretestības lielumu var regulēt, mainot magnētiskā lauka stiprumu, tādējādi ļaujot precīzi kontrolēt dzinējam pielikto slodzi. [2.]

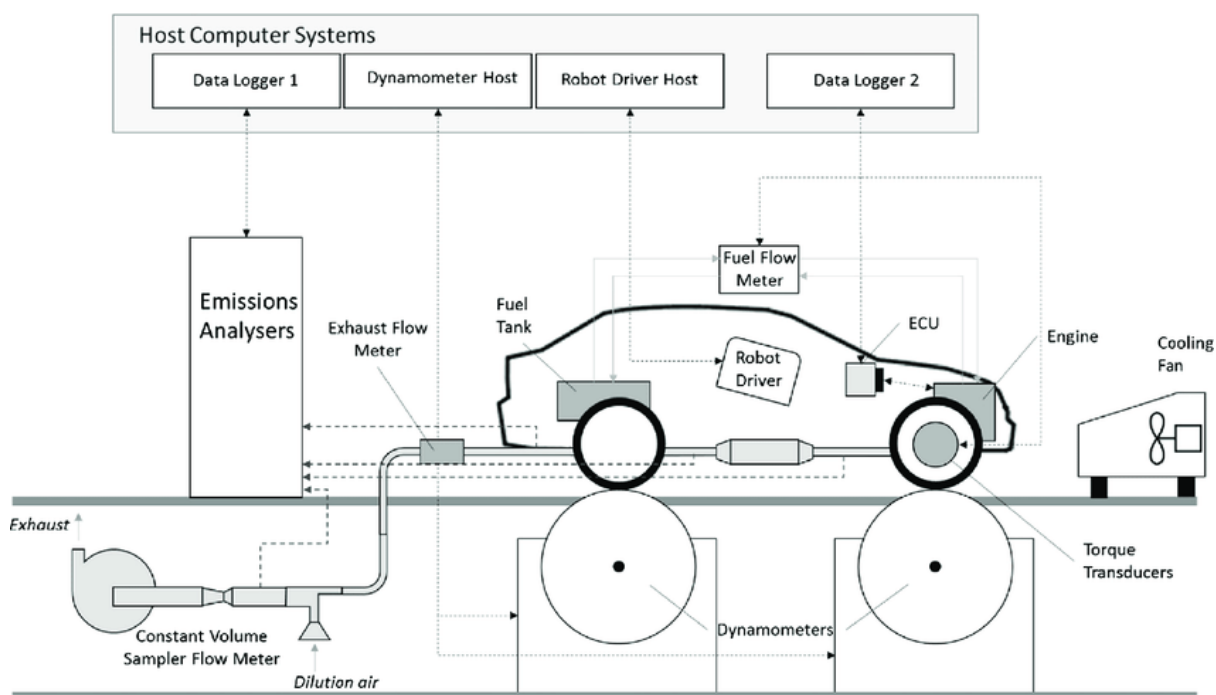


(4. attēls [7] Pulvera bremžu dinamometrs)

5. Pēdējais un šajā pētījumā izmantotais **Šasijas dinamometrs** ir tāda veida dinamometrs, kas īpaši paredzēts visa transportlīdzekļa, tostarp dzinēja, transmisijas un riteņu, veikspējas mērīšanai, transportlīdzeklim stāvēt nekustīgi. Tas imitē reālus braukšanas apstākļus, noslogojot transportlīdzekļa riteņus un mērot dažādus parametrus, piemēram, jaudu, griezes momentu, paātrinājumu, emisijas un degvielas patēriņu.

Šasijas dinamometri parasti sastāv no lielu veltnu komplekta, uz kura ir uzmontēti transportlīdzekļa dzenošie riteņi. Šie veltni ir savienoti ar dinamometra sistēmu, kas riteņiem rada pretestību, imitējot ceļa slodzi un ļaujot izmērīt motora jaudu un transportlīdzekļa veikspēju. Dinamometra sistēmā ir sensori un datu iegūšanas iekārtas, lai mērītu tādus parametrus kā riteņu ātrums, griezes moments un izplūdes gāzu emisijas.

Kad transportlīdzeklis tiek novietots uz šasijas dinamometra, tas tiek droši nostiprināts, lai novērstu kustību. Pēc tam transportlīdzekļa piedziņas riteņus novieto uz dinamometra veltniem. Dinamometra sistēma rullīšiem rada kontrolētu pretestību, imitējot dažādus braukšanas apstākļus, piemēram, paātrinājumu, ātruma samazināšanu. Tā kā transportlīdzekļa motors darbojas un tā riteņi griežas pret pretestību, dinamometrs mēra tādus parametrus kā riteņu ātrumu, griezes momentu un motora apgriezienus minūtē. [2.]



(5. attēls [8] Šasijas dinamometrs)

## **2. Automašīnas sagatavošana pirms dinamometra izmantošanas.**

### **Sagatavošanās:**

Pārliecināties, ka transportlīdzeklis ir labā tehniskā kārtībā – pārbauda eļļas līmeni, tosola daudzumu, riepu biezumu, ritošās daļas stabilitāti.

Transportlīdzekli droši piesprādzē pie dinamometra, lai testēšanas laikā novērstu jebkādu kustību.

### **Savienojums:**

Savieno dinamometru ar transportlīdzekļa piedziņu, parasti ar dzenošajiem riteņiem.

### **Kalibrēšana:**

Kalibrē dinamometru, ņemot vērā tādus faktorus kā berze, aerodinamiskā pretestība un citi zudumi. Šī kalibrēšana nodrošina precīzus jaudas mērījumus.

### **Datu ievadišana:**

Dinamometra datorsistēmā ievada attiecīgo informāciju, transportlīdzekļa svaru -1200kg, riepu izmēru- rādiuss 43cm un pārnenumu skaitu -5. Šī informācija palīdz dinamometram precīzāk aprēķināt jaudu.

### **Uzsildīšana:**

Palaiž dzinēju, lai tas iesildītos līdz normālai darba temperatūrai. Tas nodrošina, ka motors darbojas tipiskos ikdienai apstākļos.

### **Testēšana:**

Veic jaudas testēšanu, paātrinot transportlīdzekli pret dinamometra pretestību. Dinamometrs mēra motora radīto griezes momentu un atbilstošo griešanās ātrumu (apgr./min).

### **Datu reģistrēšana:**

Dinamometrs reģistrē datu punktus pie dažādiem motora apgriezieniem, izveidojot jaudas līkni, kas parāda motora veikspēju visā tā darbības diapazonā.

### **Jaudas aprēķināšana:**

Jaudu aprēķina, izmantojot formulu: Jauda (vati) = griezes moments (Nm) × apgriezieni (apgr./min) / 9,5488. Šī formula dod jaudu vatos, un vajadzības gadījumā to var pārvērst zirgspēkos (1 ZS = 745,7 vati).

### **Analīze:**

Analizē jaudas līkni, lai saprastu dzinēja veikspējas raksturojumu.

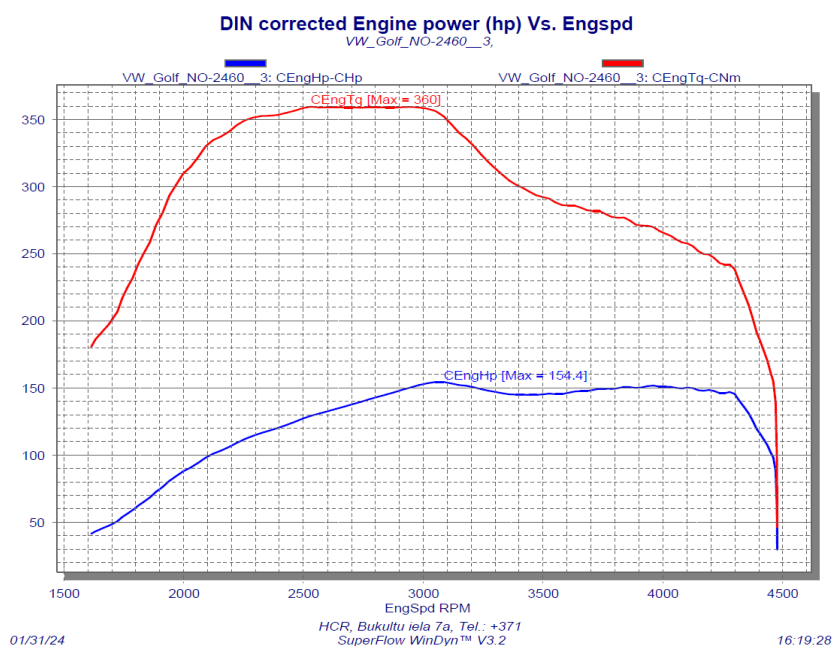
### **2.1.Dinamometra testi- rezultātu noteikšana.**

Attiecīgajā pētījumā galvenā uzmanība ir pievērsta starp veikspējas atšķirību starp Volkswagen Golf IV (1999), kas aprīkots ar 81 kW motoru, un to pašu transportlīdzekli pēc čiptūninga modifikācijām. Galvenais mērķis ir rūpīgi izpētīt rezultātus, kas iegūti trīs atsevišķos dinamometra testos, kuri tika veikti ar tūnēto transportlīdzekli un kuros tika mērīts griezes moments un jauda.

Pēc čiptūninga Volkswagen Golf IV ievērojami uzlabojās veikspējas rādītāji, un tika novēroti ievērojami uzlabojumi griezes momenta un jaudas parametros. Čiptūninga process ietver dzinēja vadības bloka (ECU) pārprogrammēšanu, lai optimizētu degvielas padevi, aizdedzes laiku un citus parametrus, tādējādi uzlabojot kopējo dzinēja veikspēju.

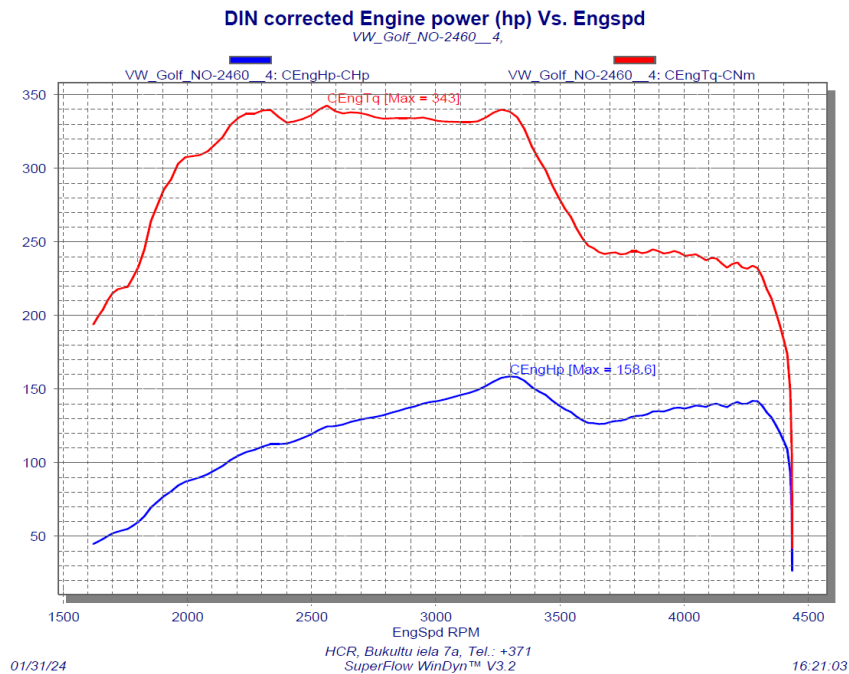
Dinamometra rezultāti, kas iegūti čiptotajam Golf IV, ir šādi:

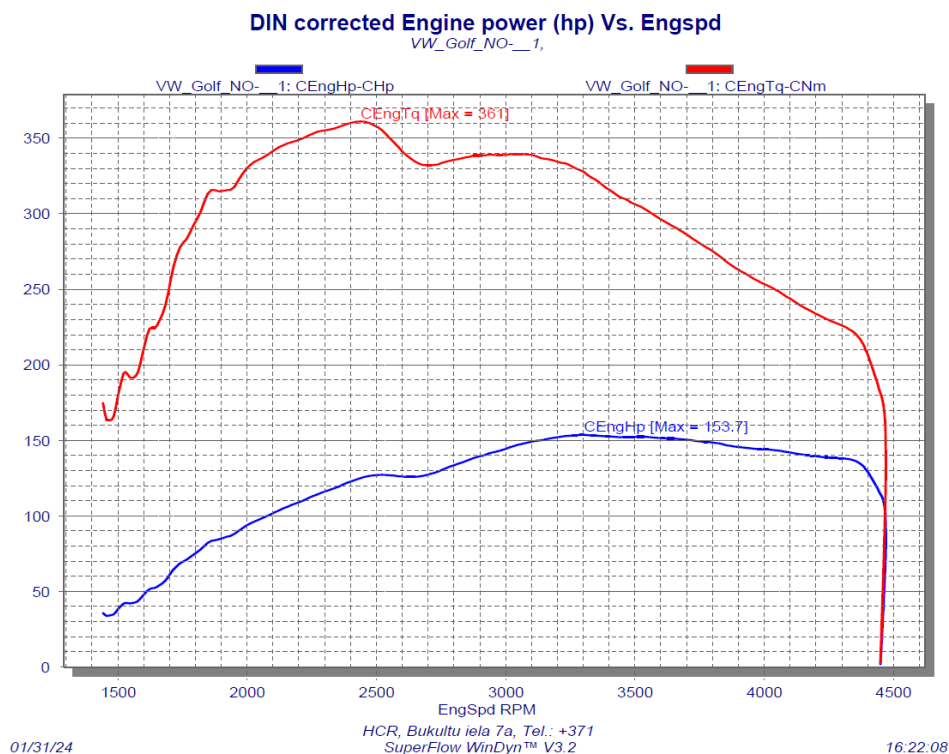
**Dinamometra tests 1:** reģistrēts **360 Nm** griezes moments un **154,4 Zs**.



(6. attēls, jaudas līkne nr.1)

**Dinamometra tests Nr. 2:** uzrādīja **343 Nm** griezes momentu un **158,6 ZS**.  
(7. attēls, jaudas līkne nr.2)





(8. attēls, jaudas līkne nr.3 )

Dinamometra **tests Nr. 3:** reģistrēja griezes momentu **361 Nm** un **153,7 ZS**

Aprēķina vidējos rezultātus lai salīdzinātu ar bāzes un no avota ņemtajiem rezultātiem:

Vidējais griezes moments =  $(360\text{Nm} + 343\text{Nm} + 361\text{Nm}) / 3 = (1064\text{Nm}) / 3 \approx \mathbf{354,67\text{ Nm}}$

Vidējā jauda =  $(154,4\text{ ZS} + 158,6\text{ ZS} + 153,7\text{ ZS}) / 3 = (466,7\text{ ZS}) / 3 \approx \mathbf{155,57\text{ ZS}}$

## 2.2 Rezultātu analīze un salīdzināšana.

Aprēķina vidējos rezultātus lai salīdzinātu ar bāzes un no avota ņemtajiem rezultātiem:

Vidējais griezes moments =  $(360\text{Nm} + 343\text{Nm} + 361\text{Nm}) / 3 = (1064\text{Nm}) / 3 \approx \mathbf{354,67\text{ Nm}}$

Vidējā jauda =  $(154,4\text{ ZS} + 158,6\text{ ZS} + 153,7\text{ ZS}) / 3 = (466,7\text{ ZS}) / 3 \approx \mathbf{155,57\text{ ZS}}$

Izsaka jaudu kilovatos = zirgspēki x 0.746 =  $155,57 \times 0.746 \approx \mathbf{114.4kW}$

Turpretī standarta Volkswagen Golf IV ar 81kW dzinēju bāzes veiktspējas rādītāji ir šādi:

standarta griezes moments: **235 Nm [9.]**

Standarta zirgspēki: **109 ZS [9.]**

Jaudas palielinājums: no 109ZS līdz 155.57

Kilovatiem: Palielinājums: no 81kW līdz 114.4kW.

Vidējais griezes moments: no 235nm līdz 354.67

Paredzētie rezultāti čipam ņemot informāciju no avota ir **102kW** un **290nm.** [9.]

## 2.3 Kāpēc rezultāti bija daudz labāki nekā gaidīts?

**Prognozētās vērtības:** Jauda: 103 kW Griezes moments: 290 Nm

**Faktiskās vērtības:** Jauda: 114,4 kW Griezes moments: 354,67 Nm

Tagad aplūkosim, kāpēc faktiskie rezultāti ievērojami pārsniedza gaidītos:

**Sākotnējie konservatīvie aprēķini:** Lai nodrošinātu uzticamību un atbilstību noteikumiem, ražotāji vai tūnēšanas speciālisti parasti sniedz konservatīvus aprēķinus. Paredzamās vērtības, iespējams, bija konservatīvi aprēķini, lai ievērotu piesardzību.

**Dzinēja mainīgums:** Dzinējiem, pat viena modeļa dzinējiem, var būt mainīga veiktspēja ražošanas pielāgšanas, nolietojuma un citu faktoru dēļ. Konkrētajam noregulējamajam dzinējam var būt raksturīgas lielākas veiktspējas spējas nekā vidēji, kas var radīt lielākus ieguvumus pēc noregulēšanas.

**Uzlabotas tūnēšanas metodes:** Tūninga speciālisti var būt izmantojuši progresīvas metodes vai algoritmus, lai optimizētu dzinēja parametrus, kas pārsniedz sākotnēji paredzētos. Tas varētu ietvert precīzu degvielas kartēšanas, aizdedzes laika un turbokompresora iestatījumu pielāgošanu, lai iegūtu maksimālu veiktspēju, vienlaikus saglabājot uzticamību.

**Uzlabota degvielas sadegšanas efektivitāte:** Optimizējot degvielas padevi, gaisa un degvielas attiecību un aizdedzes laiku, mikroshēmas regulēšanas process, iespējams, uzlaboja sadegšanas efektivitāti. Tā rezultātā var panākt pilnīgāku gaisa un degvielas maisījuma sadegšanu, kas nozīmē lielāku jaudu un griezes momentu.

**Dinamiskā testēšanas vide:** Faktiskā testēšanas vide, tostarp tādi faktori kā temperatūra, mitrums un augstums virs jūras līmeņa, var ietekmēt dzinēja darbību. Dinamometra vai testēšanas apstākļi faktiskās regulēšanas sesijas laikā varētu būt bijuši labvēlīgāki, kā rezultātā reģistrētā jauda ir lielāka.

**Pēcpārdošanas tirgus detaļu kvalitāte:** Ja kopā ar čipa tūningam tika izmantoti pēcpārdošanas komponenti (piemēram, uzlabota ieplūdes gāze, izplūdes gāze, starpdzesētājs), tie varēja veicināt lielāku veiktspēju, nekā sākotnēji tika paredzēts.

**Kvalificēta tūninga speciālista pieredze:** Tūninga speciālista kompetencei ir būtiska nozīme. Kvalificēts tūninga speciālists ar padziļinātām zināšanām par dzinēja dinamiku un regulēšanas principiem var sasniegt labākus rezultātus salīdzinājumā ar mazāk pieredzējušiem kolēģiem.

**Modifikāciju mijiedarbība:** Ja čipa regulēšana bija daļa no plašākas modifikāciju paketes, sadarbība starp dažādiem uzlabojumiem (piemēram, čipa regulēšana, ieplūdes un izplūdes sistēmas) varēja palielināt veiktspējas pieaugumu vairāk, nekā tika prognozēts, veicot tikai čipa konfigurāciju.

Kopumā ievērojamo jaudas un griezes momenta pieaugumu, kas pārsniedz paredzētās vērtības, var skaidrot ar piesardzīgiem sākotnējiem aprēķiniem, raksturīgo dzinēja mainīgumu, modernām tūninga metodēm, uzlabotu sadegšanas efektivitāti, labvēlīgiem testēšanas apstākļiem, kvalitatīvām pēcpārdošanas detaļām, kvalificētu tūninga speciālistu zināšanām un mijiedarbību ar citām modifikācijām. Šie faktori kopā veicināja ievērojamo veiktspējas pieaugumu, kas tika novērots pēc ECU pārprogrammēšanas.

## Secinājumi

1. Ir svarīgi izsvērt ECU tūnēšanas plusus un mīnus un apsvērt savus konkrētos mērķus un iespējamās sekas. Ja to pareizi veic kvalificēts profesionālis, kas pārzina transportlīdzekļa ierobežojumus, ECU tūninga veikšana var būt vērtīgs līdzeklis, lai uzlabotu transportlīdzekļa veiktspēju. Tomēr ir ļoti svarīgi to veikt pārdomāti, jo īpaši, ja uz savu transportlīdzekli paļaujaties kā uz ikdienas transporta līdzekli vai ja ir bažas par garantijas segumu un atbilstību likumiem.

2. Raugoties nākotnē, ECU tūninga nākotne sola turpmākus jauninājumus un pilnveidošanu. Tā kā automobiļu ražotāji turpina izmantot elektroniskās vadības sistēmas kā transportlīdzekļa konstrukcijas stūrakmeni, ECU tūninga nozīme veiktspējas un efektivitātes optimizēšanā kļūs arvien svarīgāka. Turklāt jaunās tendences, piemēram, elektrifikācija un savienojamība, ir gatavas mainīt automobiļu tūninga ainavu, radot jaunas iespējas un izaicinājumus gan entuziastiem, gan profesionāļiem.

3. Lai orientētos šajā dinamiskajā vidē, ir svarīgi apzināties ētiskās un juridiskās sekas, kas saistītas ar ECU tūningu. Lai gan veiktspējas uzlabošanas centieni ir apsveicami, tie ir jāveic, ievērojot normatīvo prasību ievērošanu un drošības apsvērumus. Turklāt, lai nodrošinātu, ka tūninga modifikācijas tiek īstenotas apdomīgi un atbildīgi, būtiska ir niansēta izpratne par transportlīdzekļa dinamiku un inženiertehniskajiem principiem.

4. Nobeigumā jāsecina, ka ECU tūninga izpēte ir devusi ievērojamus panākumus un pārspējusi sākotnējās cerības, tādējādi apstiprinot šā pētījuma sākumā izvirzīto hipotēzi. Iegūtie rezultāti ne tikai apstiprina ECU tūninga efektivitāti, bet arī atklāj tā potenciālu uzlabot transportlīdzekļa veiktspēju, pārsniedzot parastās robežas. Veicot rūpīgus eksperimentus un datu analīzi, ir pierādīts, ka automobiļa elektroniskā vadības bloka (ECU) precīza parprogrammēšana var dot jūtamus uzlabojumus dažādos dzinēja darbības aspektos, jaudas, degvielas patēriņa efektivitātes un vadāmības ziņā.

## Informācijas iegūšanai izmantotie avoti

1. MZopyros, (19.01.2022), *ECU tuning explained*, Pieejams: <https://www.youtube.com/watch?v=MKDLXoYgPnE> skatīts 12.25.2023
2. Iqsdirectory, dynamometer. Pieejams: <https://www.iqsdirectory.com/articles/dynamometers.html> skatīts 17.02.2024
3. Noah, (18.08.2021), *Disadvantages of ECU remapping*, Pieejams: <https://www.noahsgarage.com/disadvantages-car-ecu-remapping/> skatīts 15.01.2024
4. (attēls nr.1) Studybookpage (10.2022) *Eddy current dynamometer*, Pieejams: <https://studybookpage.com/wp-content/uploads/2022/10/What-is-Eddy-Current-Dynamometer.png> skatīts 15.01.2024
5. (attēls nr.2) 1.bp.blogspot, *hydraulic dynamometer*. Pieejams: <https://1.bp.blogspot.com/-l1ddVss6S6I/Xu50QOlt0sI/AAAAAAAAABQk/sNndYbbr7ys9nB1JiqVHJNC95p-wZgwWACPcBGAYYCw/s1600/hydraulic-dynamometer.png> skatīts 15.01.2024.
6. (attēls nr.3, magtrol, *closed loop system*. Pieejams: <https://www.magtrol.com/wp-content/uploads/Closed-loop-system.png> skatīts 15.01.2023
7. (attēls nr.4), magtrol, *powder brake dynamometer*. Pieejams: [https://www.magtrol.com/wp-content/uploads/1PB115-V2\\_72dpi\\_CMYB.jpg](https://www.magtrol.com/wp-content/uploads/1PB115-V2_72dpi_CMYB.jpg) skatīts 15.01.2023
8. (attēls nr.5) reaserchgate, *typical chassis dynamometer*. Pieejams: <https://www.researchgate.net/publication/326680389/figure/fig1/AS:871598471004160@1584816677341/Typical-Chassis-dynamometer-layout-and-number-of-measurement-channels.png> skatīts 15.01.2023
9. Quantum tuning czech republic, *Chiptuning Volkswagen Golf 1.9 TDI 81kw (110hp)*. Pieejams: <https://www.quantumchiptuning.com/ecu-remap/volkswagen-golf-1-9-tdi-81-2> skatīts 18.01.2023