

Anne-Mai Alas

TEHNILINE ANALÜÜS BMW MOOTORI KASUTAMISEKS EMV9 KLASSIS

LÕPUTÖÖ

Tehnikainstituut

Autotehnika õppekava

Juhendaja: Aimar Lukk

Mina, Anne-Mai Alas, tõendan, et lõputöö on minu kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja teostele on viidatud õiguspäraselt.

Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autorile ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

Juhendaja (nimi, allkiri) Aimar Lukk.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Anne-Mai Alas, sünnikuupäev: 27.05.1998, annan Tallinna Tehnikakõrgkoolile (edaspidi kõrgkool) tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Tehniline analüüs BMW mootori kasutamiseks EMV9 klassis“.

1. reprodutseerimiseks paberkandjal kõrgkooli raamatukogus avaldamise ja säilitamise eesmärgil;
2. elektroonseks avaldamiseks kõrgkooli repositooriumi kaudu;
3. kui lõputöö avaldamisele on instituudi direktori korraldusega kehtestatud tähtajaline piirang, lõputöö avaldada pärast piirangu lõppemist.

Olen teadlik, et nimetatud õigused jäävad alles ka autorile ja kinnitan, et:

1. lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid ega muid õigusi;
2. PDF-failina esitatud töö vastab täielikult kirjalikult esitatud tööle.

Tallinnas

(kuupäev) (autori allkiri)

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	5
1. EMV9 – EESTI MEISTRIVÕISTLUS KLASS 9 TUTVUSTUS.....	7
1.1 GAZ võidusõiduveok.....	7
1.2 GAZ-51 tehnilised nõuded.....	8
2. PEAMISED KATKESTAMISE PÕHJUSED JA ANALÜÜS SAAREMAA RALLI NÄITEL	11
2.1 Saaremaa Ralli katkestamised ja peamised põhjused	11
2.2 Saaremaa Ralli registreerimised vs katkestamised 2012-2021	12
2.3 Saaremaa Ralli järelalus.....	15
3. PEAMISED KATKESTAMISE PÕHJUSED JA ANALÜÜS GROSSI TOIDUKAUBAD VIRU RALLI NÄITEL	16
3.1 Grossi Toidukaubad Viru Ralli registreerimised vs katkestamised 2011-2021.....	16
3.2 Viru Rallil registreerunud	16
3.3 Viru Rallil katkestamised ja peamised põhjused	17
3.4 Viru Ralli järelalus	19
4. DIISELMOOTORI EELISED JA PUUDUSED VÕRRELDES BENSIINIMOOTORIGA AUTORALLIS GAZ-51 NÄITEL.....	20
4.1 Diiselmootori eelised ja puudused	21
4.2 Bensiinimootori eelised ja puudused	22
5. KÄIGUKASTI JA MOOTORI ANALÜÜS	24
5.1 GAZ-51 mootor ja käigukast	24
5.1.1 GAZ-51 mootori eelised ja puudused võidusõidus	28
5.2 BMW mootorite ja käigukastide valik GAZ-51 tüüpi sõidukile.....	29
5.2.1 BMW E90 320i 110 kW 200 Nm mootor ja jõuülekanne.....	29
5.2.2 BMW E46 320TD 110 kW mootor ja jõuülekanne	32
5.2.3 BMW E36 318 TDS mootor ja jõuülekanne	34
5.3 Samsonas käigukast	36
5.4 BMW käigukast	39
5.4.1 Mootori, käigukasti hinnaklassid ning saadavus.....	39
5.5 EAL reeglite muudatus	40
KOKKUVÕTE.....	41

SUMMARY	42
VIIDATUD ALLIKAD.....	43

SISSEJUHATUS

GAZ-51 on üks ainulaadsemaid ralliveokeid, millega sõidetakse rallit ainult Eestis. Kuna autoril on kokkupuuteid rallidega ja on nähtud peamisi probleeme, miks antud sõidukitest ainult mõned jõuavad üle finišijoone. Selleks, et GAZ tüüpi sõidukite võistlusklass rallis oleks olemas ka kümne aasta pärast on just praegu see hetk, kus tuleks sõiduki juures teha muudatusi.

Antud lõputöö teemaks on uurida alternatiivse jõuallika ja käigukasti doonori leidmist võistlusklassi ja läbi selle muuta GAZ-51 veel töökindlamaks ja ohutumaks nii sõitjatele kui ka pealtvaatajatele. Hetkel on üks aktuaalsemaid probleeme mootor ja käigukast. Teisisõnu tuleks jõuallikale ja käigukastile otsida töökindlam variant. Selle muutmise juures lähtutakse lõputöös BMW mootori näitel analüüsist, milline mootor ja käigukast oleks kõige parem variant just võidusõiduveokile. Lisaks soovitakse asendada bensiinimootor diiselmootori vastu, sest bensiinimootoriga auto teelt välja sõitmine võib põhjustada tulekahju. Seda just karburaatori ujukiruumist välja valguva bensiini tõttu, mis suure tõenäosusega tilgub väljalaske torustikule. Autor leiab, et gaasi kasutamine on muutunud majanduslikult ebamõistlikuks, sest seadmestik on vaja ehitada ning gaasi hinda ette prognoosida on raske. Teiseks oluliseks muutuseks on lõpetada tehase toodangu väga kallis ümber ehitamine. Kõige lihtsam lahendus võiks olla juhtarvutiga diiselmootori kasutuselevõtt, mis peaks jääma tehase seadesse. Veel on autor seisukohal, et miks mitte võtta kasutusele kuni 2-tonnise sõiduauto automaatkäigukast, mis ühtlustaks autode tehnilist taset. Seda eelkõige ohutuse ja töökindluse poolest. Tutvumiseks analüüsiti võistlusklassis toimunud katkestusi erinevatel võistlustel.

Lõputöös olevad andmed on enamasti saadud erinevatest ralli protokollidest. Samuti erinevatest artiklitest, mis on seotud võidusõiduveokitega. Lisaks soovitakse lõputöö käigus küsida teemakohast arvamust hetkel rallit sõitvatelt GAZ juhtidelt. Seda just sellepärast, et saada otsene arvamus autori ideede ja mõtete kohta.

Antud lõputöö koosneb järgmistest osadest: probleemi püstitusest, võimalikest lahendustest ja järeldusest. Esmalt antakse ülevaade, mis sõiduk on GAZ-51. Seejärel lähtutakse kahest kõige populaarsemast Eesti rallist, kus GAZ autod sõidavad. Seda just eelkõige seetõttu, et saada teada peamised GAZ-51 probleemid. Lisaks tuuakse välja diiselmootori eelised ja puudused ottomootori ees ning seejärel käigukasti ja mootori analüüs. Lõpetuseks mainitakse ära hinnaklassid, kui palju

mingi lahendus võiks maksma minna. Hind on oluline just neile sõitjatele, kes alles plaanivad rallit sõitma hakata ning peavad selleks sõiduki ehitama või laskma ehitada. Kogu lõputöö vältel tehakse ettepanekuid, milliseid reegleid tuleks muuta, kui GAZ panna diiselmootor peale. Seda eelkõige just forseerimise suhtes.

1. EMV9 – EESTI MEISTRIVÕISTLUS KLASS 9 TUTVUSTUS

EMV9 ehk Eesti Meistrivõistlus 9.klass on GAZ-51 või GAZ-53 jaoks loodud eraldi arvestus, kus omavahel võistlevad rallis ainult GAZ tüüpi sõidukid. Antud võistlusklass on ainulaadne just seetõttu, et peale Eesti riigi ei sõideta seda teadaolevalt kuskil mujal. GAZ kogub iga-aastaga aina rohkem populaarsust. Seda just nooremate sõitjate hulgas, kelle jaoks tundub GAZ paras väljakutse nii sõidu kui ka tehnika poolest. Lisaks noortele sõitjatele teevad muudatusi ja täiustusi ka vanemad sõitjad, kelle GAZ oli kunagi tavaline tööauto. Lisades neile nüüd tänapäevaseid lahendusi. Esmapilgul võib tunduda, et GAZ on hea lihtne ja odav auto alustamiseks rallikarjääri, kuid tegelikult see päris nii ei ole. Seda seetõttu, et hetkel on kehtestatud igale võistlusklassile ka EAL poolt reeglid, milline peab vastav sõiduk olema. See muudab GAZ sõitjate elu päris keeruliseks. Kuna antud autol peab olema originaalilähedane mootor ja jõuülekanne, siis paraku kipub nii olema, et pea 50 aastat tagasi tehtud lahendused ei kesta ning varuosi on väga keeruline saada. Kui tahta, et EMV9 klass oleks olemas, näiteks kümne aasta pärast, siis tuleks sõiduki juures midagi muuta.

1.1 GAZ võidusõiduveok

GAZ-51 rallit sõites peavad olema mõned detailid ja komponendid originaalid. Näiteks autoraam, vedrustuses peab kasutama lehtvedrustust, mootori väliskuju peab olema originaal. Kuigi enamus sõitjaid, kes GAZ-51 sõidavad kasutavad GAZ-53 pealt võetud V-8 mootorit. Kuid käigukastile ei ole seatud piiranguid, nimelt ei pea see olema originaal, sellest tulenevalt kasutavad sõitjad erinevaid kuuekäigulisi käigukaste. Lisaks on sõitjad teinud oma elu kergemaks sellega, et on lisanud roolivõimendi, mis on lubatud. Kuid sõitjatel on antud luba ka sõidukit tehniliste tingimuste piires parandada. Seda kõike selleks, et saada masinalt kätte ümberehituse tulemusena suurem võimsus. Sellest tulenevalt võivad GAZ-51 hobujõud ulatuda 250-280 hp ning maksimaalne kiirus ideaaltingimustes 150-160 km/h. [1]



Pilt 1. GAZ-51 [1]

Selleks, et GAZ-51 üldse rallil osaleda saaks peavad olema täidetud ettekirjutatud tehnilised tingimused. Tehnilistes tingimustes on eraldi väljatoodud punktide kaudu, kuidas peab olema antud sõiduk tehtud enne võistleva asumist. Nende punktide täidetavuse eest vastutavad võistlejad ise. See tähendab seda, et enne, kui GAZ-51 saab üldse loa startida peab sõiduk läbima tehnilise komisjoni, kus etteantud punktide täidetust kontrollitakse.

1.2 GAZ-51 tehnilised nõuded

Mootori nõuded	Andmed
GAZ51/52 mootori kasutamisel töömaht	4 000 cm ³
Silindrivalemiga R6 või GAZ 53/66 mootoreid silindrivalemiga V8	4 400 cm ³
GAZ 53/66 mootori maksimaalne kolvikäik	80 mm

Maksimaalne lubatud kolvi läbimõõt	93.5 mm (kubatuur 4 400 cm ³)
GAZ-51/52 mootori sisselaskekollektor	Vaba
Kütusesegu turbotamine	Keelatud
Nukkvõll	Lubatud töödelda
Reguleeritav nukkvõll	Lubatud
Töötamise ajal nukkvõlli reguleerimine (vanos, vetec süsteemide kasutamine)	Keelatud
Kett- ja rihmülekandega mootori nukkvõlli käitamine	Keelatud
Kaks klappi silindri kohta	Lubatud
Sissepritse kasutamine	Keelatud
Üks karburaator	Lubatud
Müratase	Maksimaalne 103 dBA / 3 500 rpm
Malmist hooratta kasutamine	Keelatud
Hooratas	Teras, soovitus ehitusteras S355
Jahutussüsteem	Vaba

Tabel 1. GAZ mootori tehnilised nõuded [2]

Käigukast	Andmed
Sidur, juhtida võib ainult jalaga	Vaba
Käigukast	Vaba
Tagurpidikäik	Kohustuslik

Käigukasti käikude arv	Vaba
Käikude lülitamine manuaalselt käigukangiga	Lülitusskeem H
Kardaan	Vaba

Tabel 2. GAZ käigukasti tehnilised nõuded [2]

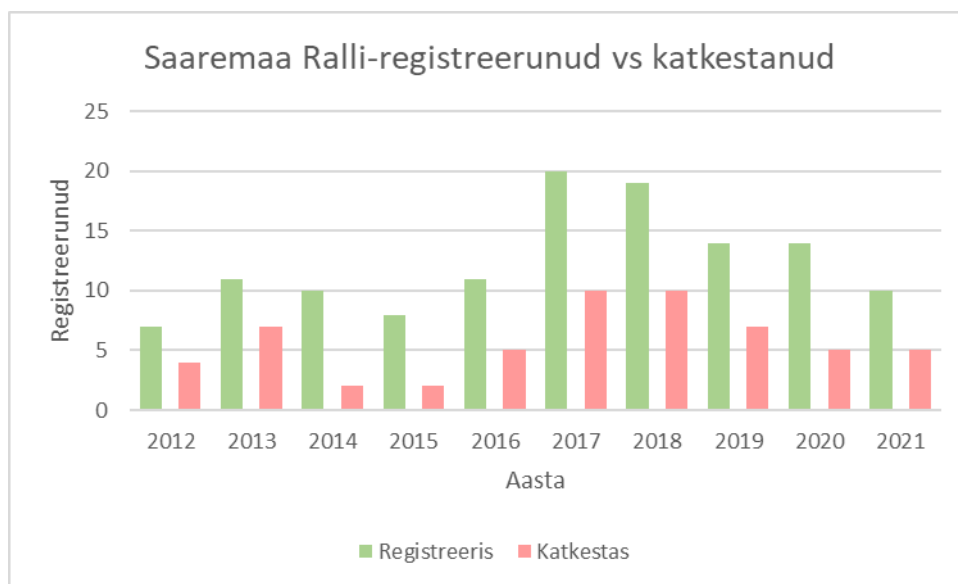
2. PEAMISED KATKESTAMISE PÕHJUSED JA ANALÜÜS SAAREMAA RALLI NÄITEL

2.1 Saaremaa Ralli katkestamised ja peamised põhjused

Saaremaa ralli on sõitjate hulgas üks populaarsemaid rallisid. Tegemist on hooaja viimase ralliga ja sõitjad, kes on terve hooaja kaasa teinud võistlevad viimaste kohapunktides eest. See on üks pikima traditsiooniga rallisid, siis juba seetõttu tahetakse seda rallit sõita. Esimene Saaremaa ralli toimus 23.–24. novembril 1974. aastal ja kandis nime „Tehumardi - 74“ ja seda aastani 1993, kui rahvakeeles kutsutud Tehumardi ralli muudeti Saaremaa ralliks. Peale 1993. aastat on Saaremaal toimunud ralli kandud nime Saaremaa ralli. Selle ralli teeb eriliseks teed, mida mööda sõidetakse ja kindlasti ilm. Katsed on Saaremaa rallil väga kiired ja tehnilised, millele lisaks mängib katsetel väga suurt rolli ilm. Saaremaa ralli üks eripärasid võib-olla on see, et kui sõitjad tutvuvad katsetega, siis on tavaliselt üks ilm ja kui on käes võistluspäev, siis kardinaalselt teine. Just see muudabki Saaremaa ralli nii eriliseks ja huvitavaks, sest enne ei ole mitte midagi kindel, kui võistlusauto on jõudnud üle finišijoone.

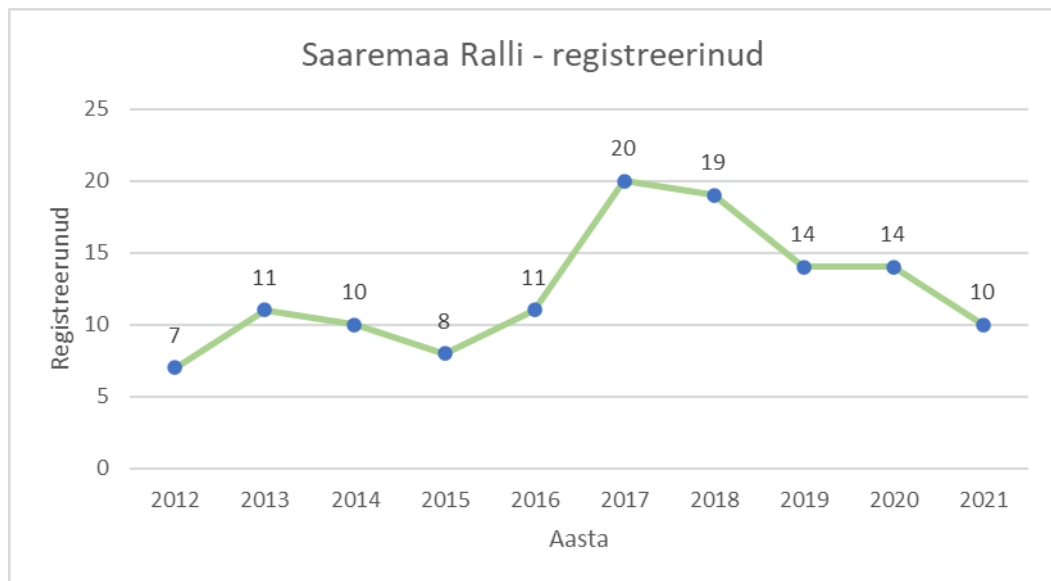
GAZ-51 on üks omapärasemaid ralliautosid. Täpsemalt ralliveokeid, sest algupäraselt on tegemist siiski erinevate vedude jaoks mõeldud sõidukiga, mis on ümber ehitatud ralliautoks. Vaadates 10. aasta lõikes GAZ ralliveokite rallidele registreerimisi ja katkestamisi ning sealjuures katkestamiste põhjuseid, siis saame parema ülevaate, mida tuleks antud sõiduki juures parandada, et see auto saaks veel aastaid erinevaid rallisid sõita. Kui lähtuda Saaremaa ralli 2012-2021. aasta vahemikust, siis saab tulemuste põhjal öelda, et keskmiselt katkestavad pooled registreerunud sõidukid. Näiteks startis 2017. aastal Saaremaa rallil 20 GAZ ralliveokit, millest jõudsid ralli lõppu kõigest 10 sõidukit (Graafik 1. Saaremaa rallile registreerunud vs katkestanud [3]). Peamised katkestamise põhjused olid 2017. aasta Saaremaa ralli järgnevad: mehaanilinerike ja õnnetus; täpsemat infot ei ole, mis täpsemalt juhtus, kuid need kaks katkestamise põhjust olid kõige populaarsemad Saaremaa rallil 2017. Kuid võttes üldiselt aastate lõikes, siis peamine põhjus, miks GAZ katkestas ralli oli siiski käigukasti- või mootoririkke tõttu.[3]

2.2 Saaremaa Ralli registreerimised vs katkestamised 2012-2021



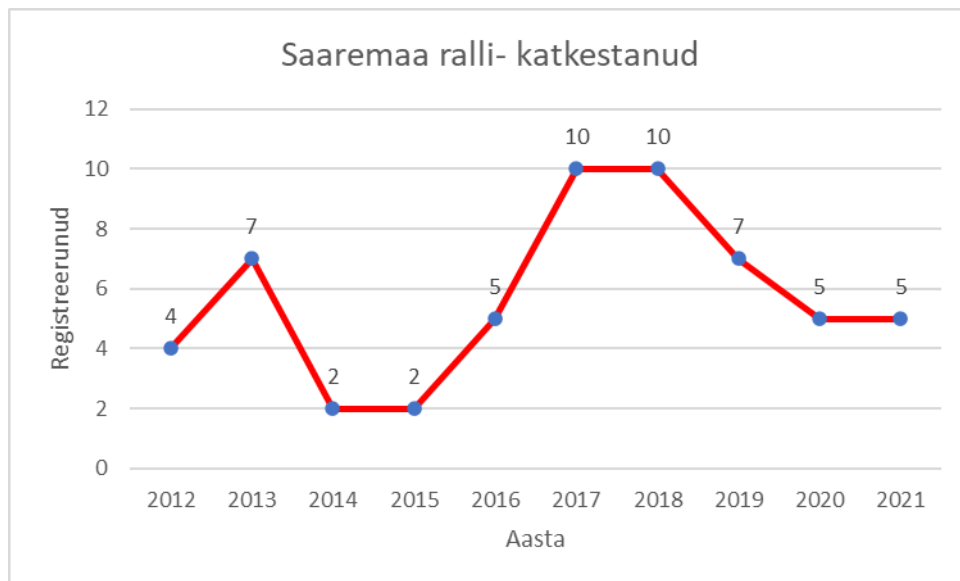
Graafik 1. Saaremaa rallile registreerunud vs katkestanud [3]

2012-2021. aastal registreerus keskmiselt Saaremaa rallile 12,4 ehk 12 GAZ tüüpi veoautot. Kui jällegi võrrelda aastate kaupa, siis oli stardis aastal 2012 kõigest seitse sõidukit, mis on 9. aasta kõige väiksem registreerunute hulk GAZ arvestuses. Seevastu 2017 startis 20 veoautot, mis on jällegi aastate lõike kõige suurem registreerunute arv. Selle põhjus oli kindlasti see, et tegemist oli juubeli ralliga ehk Saaremaa Ralli toimus 50.korda. Eelmine 2021. aasta oli stardis võrreldes aastaga 2017 täpselt poole vähem veoautosid, mis näitab, et veoautodega sõit ei ole nii populaarne kui võiks olla. Kindlasti on üks põhjus see, et lihtsalt need inimesed, kes on terve elu GAZ sõitnud sõidavad ikkagi edasi. Kuid noored, kes peaksid peale tulema ja rallisse tooma värskeid ideid ning verd, kahjuks ei jää sõitma. Ühe põhjusena võib välja tuua selle, et noored saavad aru, et pole mõtet panna raha sõiduki alla, mis praegusel juhul ei kesta. (Graafik 2)



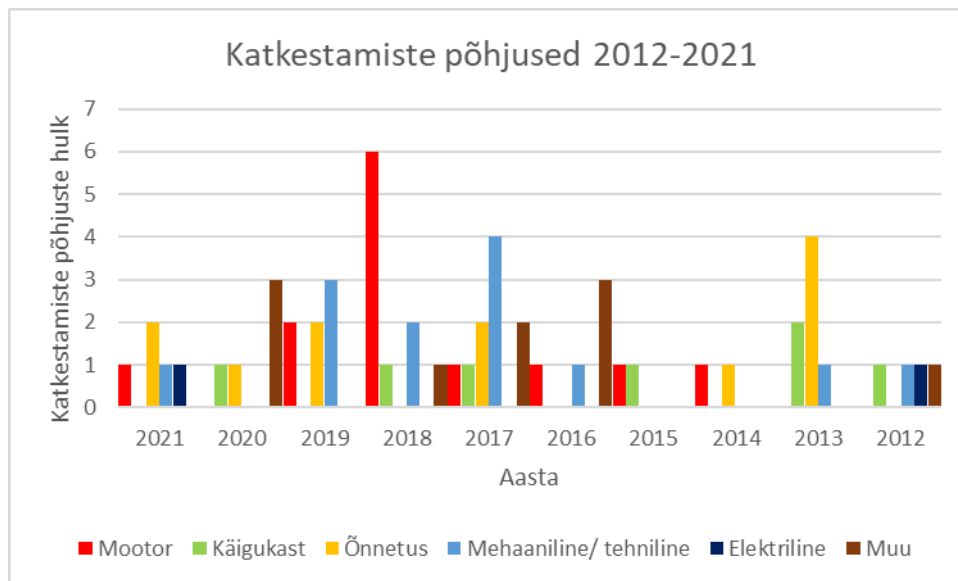
Graafik 2. Saaremaa rallile registreerinud [3]

Kuid kindlasti on mitte registreerimiste üks põhjustest see, et kahjuks GAZ-51 või GAZ-53 ei ole nii töökindel, kui ta võiks olla. Kui lähtuda katkestamiste ja registreerumiste graafikutest (Graafik 3. Saaremaa ralli katkestanud. [3]; Graafik 4. Saaremaa rallile registreerinud. [3]) tuleb sealt kohe välja, et kui 9. aasta peale stardib Saaremaa Rallile keskmiselt 12 veoautot, siis neist jõuavad finišisse kõigest kuus võistlusautot. See omakorda näitab, et täpselt pooled rallile registreerinud peavad kahjuks ralli katkestama. Samuti kõige suurem katkestamiste arv oli aastal 2012, kus startis seitse sõidukit ja neist katkestasid neli ehk üle poolte sõidukite ei jõudnud rallil kahjuks lõppu.



Graafik 3. Saaremaa ralli katkestanud [3]

9. aasta lõikes saab välja tuua peamised põhjused, miks on GAZ veokite Saaremaa Ralli katkestanud. Lähtudes katkestamiste graafikust aastate lõikes, siis peale mootoririkkete on õnnetused (õnnetuste all on mõeldud peamiselt avariisi, mille tulemusena ei saa sõiduk rallit jätkata) ja muud põhjused (pole täpsemalt täpsustatud, mis oli täpsem põhjus katkestamiseks) peamised katkestamiste põhjused. Kuid kahjuks tuleb graafikust lisaks välja see, et iga teine aasta katkestavad veokid mootori- või käigukastirikkete tõttu. Oleksid antud katkestamise põhjused ühekordsed ei oleks sellest nii suurt probleemi, kuid antud juhul katkestamiste probleemid on peamiselt aastate lõikes samad. Lisaks võttes arvesse, et pooled registreerunudest katkestavad ei näita antud statistika just kõige paremat suutlikust, et GAZ tüüpi sõidukid võiksid sõita ka kümne aasta pärast. Lähtudes sellest, siis just katkestamiste ja katkestamiste põhjuste pärast saab välja tuua selle, et lihtsalt noori sõitjaid ei tule peale. Antud võistlusklass kestab täpselt nii pikalt, kui kaua viitsivad ja tahavad sõita paregused sõitjad. Kui neil kaob huvi ja tahtmine, siis kahjuks on ka GAZ ralliveokite klass peagi kadunud. (Graafik 4). Kõik katkestamise põhjused Saaremaa ralli 2012-2021. [3])



Graafik 4. Kõik katkestamise põhjused Saaremaa ralli 2021-2012 [3]

2.3 Saaremaa Ralli järelendus

Lähtudes Graafik 6 teeb autor järgmise järelduse. Selleks, et midagi muutuks ja rohkem inimesi hakkaksid GAZ ralliveokeid väärtustama ja hindama, tuleks lahendada praegused peamised probleemid. Nendeks on mootori, käigukasti ja mehaanilised või tehnilised rikked. Lähtudes praegu puhtalt Saaremaa rallist, siis on ennatlik öelda, et mootor ja käigukast tuleks asendada mõne muu sõiduki omadega. Seda saab küll väita, et mootor ja käigukast tuleks teha töökindlamaks. Just seetõttu, et populariseerida GAZ veokitega sõitmist just noorte seas. Näidata läbi selle noortele, et peale BMW on olemas ka tagaveolised veokid, millega saab väga edukalt rallit sõita ja lisaks veel ralli sõitmisest rõõmu tunda. Kui arvestada praegust olukorda maailmas, siis kui enne juba oli väga suur probleem GAZ varuosade transpordi ja saadavusega, siis see aasta on veel keerulisem ning närvesöövam. GAZ sõitjad on tavaliselt hobisõitjad ning nad hakkavad oma sõidukeid ehitama maksimaalselt üks kuu enne rallit. Kuna varuosade transpordi ja saadavusega on keeruline, siis kindlasti üks põhjus, miks osadele sõitjatele jääb võistlushooaeg väga lühikeseks. Lisaks arvestades, et Saaremaa ralli on hooaja viimane ralli, kus tahavad osaleda kõik rallisõitjad. Kui rallist peab eemale jääma või katkestama tehnika või varuosade tõttu, siis see kindlasti ei anna positiivset nooti sõita kaasa järgmisel hooajal. Seetõttu tuleks muuta midagi sõiduki juures, et antud sõiduk kestaks hooaja algusest hooaja lõpuni.

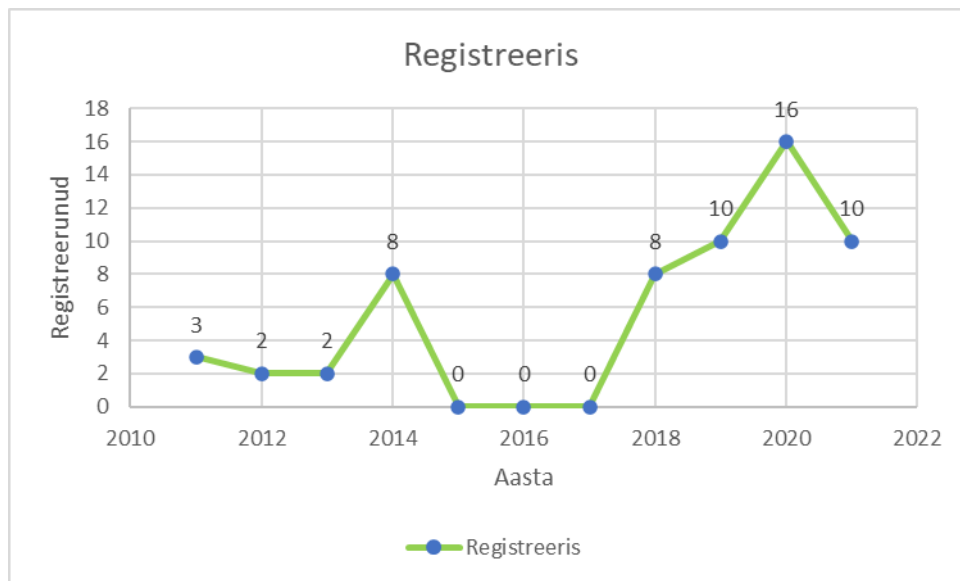
3. PEAMISED KATKESTAMISE PÕHJUSED JA ANALÜÜS GROSSI TOIDUKAUBAD VIRU RALLI NÄITEL

3.1 Grossi Toidukaubad Viru Ralli registreerimised vs katkestamised 2011-2021

Grossi Toidukaubad Viru Ralli, edaspidi lihtsalt Viru Ralli, on üks populaarsemaid Põhja-Eesti rallisid, peale Saaremaa Ralli. Seda rallit sõidetakse Rakvere ümbruses, kus on omavahel põimitud Saaremaa ja Lõuna-Eesti ralli katsed. Antud katsed ei ole just üks ühele Saaremaa või Lõuna-Eesti rallile. Siin peamiselt mõeldakse antud ralli keerukust, kuna teed on kitsad ja olenevalt ilmas väga keerulised. Vihmaste ilmadega läheb tee jällegi väga pehmeks ja libedaks, mis muudab sõidukiga sõitmise äärmiselt keeruliseks. Seevastu päikselise ilmaga on peamine segaja paks ülestõusnud kruusa tolmu, mis muudab niigi keerulised ja kiired katsed veel raskemaks, sest nähtavus on piiratud.

3.2 Viru Rallil registreerunud

Kui lähtuda registreerunute graafikust (Graafik 5), siis saame välja tuua, et keskmiselt on Viru Rallile registreerunud seitse GAZ tüüpi sõidukit. Keskmise arvutamisel lähtuti sellest, et ei arvestatud keskmise leidmise käigus neid aastaid, kui Viru ralli ei toimunud ehk 11. aasta asemel kaheksa aastaga. Kõige suurem registreerimiste arv oli aastal 2020, kus stardis oli 16 GAZ ralliveokit. Samas seevastu 2012 ja 2013 oli stardis kõigest kaks veoautot. Antud graafikust tuleb väga hästi välja, et võrreldes aastaga 2011, kus startis kõigest kolm GAZ veokit ja aasta 2020, kus oli stardis lausa 16 GAZ ralliveokit. Siis saab välja tuua, et GAZ tüüpi sõidukiga sõitmine on tõusutrendis, kuid kindlasti üks põhjus, miks see nii on võib-olla see, et Viru ralli jäi kolmel aastal ära ning inimestel oli rohkem aega oma GAZ tüüpi veokeid ehitada ja parandada.

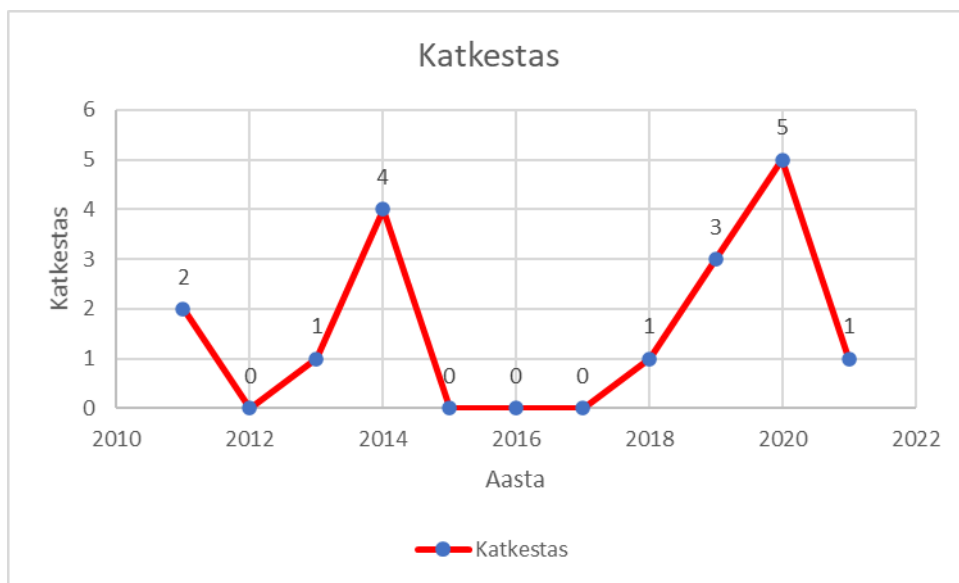


Graafik 5. Grossi Toidukaubad Viru Ralli registreerunud [4]

3.3 Viru Rallil katkestamised ja peamised põhjused

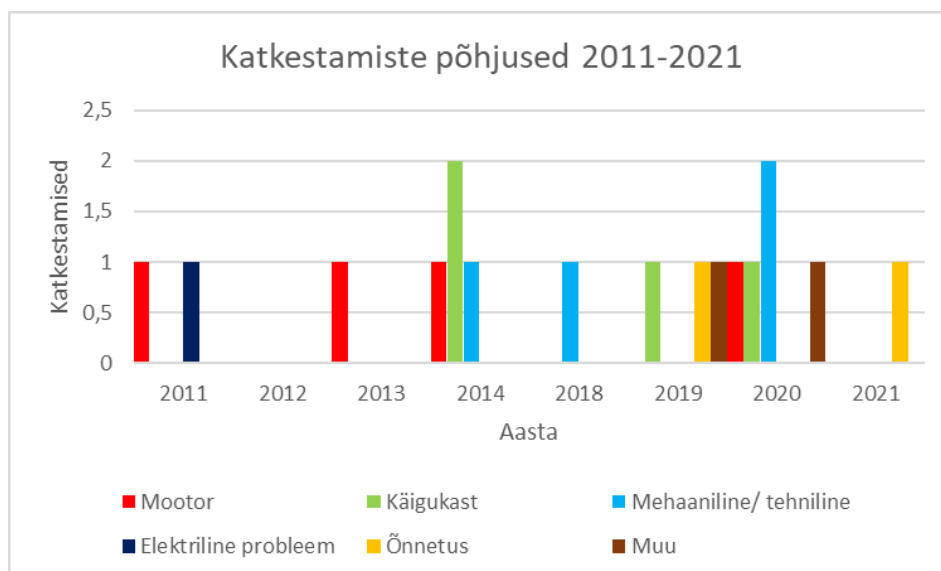
Võrreldes Viru rallile registreerunute ja katkestamiste arve (Graafik 6; Graafik 7) on näha, et kaheksa aasta peale keskmiselt registreerus seitse GAZ tüüpi sõidukit. See vastu katkestas keskmiselt kaks veokit. Kõige väiksem katkestamiste arv oli aastal 2012, kus startis kaks veoautot ja finišisse jõudsid mõlemad sõidukid. Kuid aastal 2011 registreerus kolm GAZ veokit ning neist jõudis finišisse kõigest üks sõiduk. Aastate läbilõikes võrreldes katkestasid keskmiselt kahjuks veerand registreerunutest. See ei ole tegelikult nii suur arv. Aga vaadates, et keskmiselt registreerud Viru rallile seitse GAZ ralliveokit ja veerand neist katkestasid, siis on see arv ikkagi liiga suur, mis võiks olla väiksem.

Lähtudes, et Viru ralli toimub tavaliselt, kas juuni keskel või juuli alguses ning arvestades, et GAZ sõitjatele on see pigem hooaja algus, siis on katkestamiste arv liiga suur. [5] Selline katkestamiste arv oleks ideaalne, kui antud ralli näitel oleks tegemist hooaja viimase ralliga nagu selleks on Saaremaa ralli. Seda just sellepärast, et inimesed on väsinud, tehnika väsib ning varuosade saadavus pole samuti kõige lihtsam.



Graafik 6. Grossi Toidukaubad Viru Ralli katkestamised [4]

Peamised katkestamise põhjused kaheksa aasta lõikes on mootori- ja käigukastirikked ning mehaanilised ja tehnilised probleemid (Graafik 9). Tehnilisi ja mehaanilisi probleeme kahjuks ei ole täpsemalt välja toodud, mis olid katkestamiste põhjused. Kuid puhtalt kogemusest võib järeldada, et need põhjused olid näiteks veovõllide purunemised, kütusesüsteemi või pidurite rikked, kuid see on puhtalt oletus.



Graafik 7. Grossi Toidukaubad Viru Ralli katkestamiste põhjused [4]

3.4 Viru Ralli järelendus

Aastatel 2011-2021 startis keskmiselt seitse ja katkestas kaks GAZ tüüpi sõidukit. See teeb selle, et registreerinutest keskmiselt katkestavad veerand sõidukitest. Nende aastate jooksul kõige populaarsemad katkestamiste põhjused olid mootori- ja käigukastirikked ning mehaanilised või tehnilised probleemid. Kui võtta arvesse, et antud ralli on GAZ sõitjate arvestuse üks esimesi hooaja rallisid, siis katkestamiste arv on liiga suur. Võttes veel arvesse, et juba hooaja algul katkestatakse mootori või käigukasti tõttu, siis tekib küsimus, kui paljud GAZ ralliveokid sõidavad üldse terve hooaja kaasa. Lisaks, kui EAL (Eesti Autospordi Liit) soovib, et GAZ veokid sõidaksid ka kümne aasta pärast ning antud võistlusklassi tuleks peale rohkem noori. Viimane aeg oleks midagi muuta, kas ralli reeglite suhtes ehk andes sõitjatele vabad käed ise oma sõidukeid muuta ja ehitada või panna näiteks uus mootor ja käigukast, mis oleksid töökindlamad. Teine variant tagab veel selle, et inimesed ei ehitaks oma sõidukitest ohtlike masinaid, mis oleksid ohtlikud sõitjatele ja pealtvaatajatele. Lisaks saaks reegliteks ära piirata, mida võib muuta ja mis tingimused peaksid olema täidetud.

4. DIISELMOOTORI EELISED JA PUUDUSED VÕRRELDES BENSIINIMOOTORIGA AUTORALLIS GAZ-51 NÄITEL

Autorallis ei ole väga laialt levinud sõidukid, millel kasutatakse diiselmootoreid. Kuid ringradadel kasutatakse just diiselmootoriga võistlussõidukeid. Üks tuntumaid antud mootoriga ringraja sõidukeid on Audi R10. Tegemist on ringrajale mõeldud võistlusautoga. Sõiduki tehnilised andmed on järgmised: sõidukil kasutati 5,5-liitrist V12 TDI, antud mootori maksimaalne pöördemoment on 1 100 Nm. Antud sõiduk võitis 12-tunnise kestvussõidu ülekaalukalt, teiste võistlejate ees. Kui võtta arvesse, et antud võistlus oli Audi R10 jaoks esimene ametlik võistlus, siis saab väita, et TDI-tehnoloogia antud sõidukil oli eelis teiste sõidukite ees.[6]

Kui lähtuda autorallist, siis veebilehekülgede *RallyCarsForSale* ja *Recemarket* andmetel ei ole hetkel müügis mitte ühtegi diiselmootoriga ralliautot. [7] [8] *eWRC-results* lehekülje järgi pole ühtegi diiselmootoriga GAZ-51 ja GAZ-53 startinud Eesti rallidel. [9] See näitab, et diiselmootoriga sõidukid võivad olla populaarsed ringrajal ja kestvussõitudes, kuid mitte autorallis. Autorallis on kõigis võistlusklassides ainult bensiinimootoriga sõidukid.

Ottomootori vähesest töökindlusest põhjustatud katkestamised on loetletud järgnevalt:

- R6 mootor on malm plokiga ja püstklappidega, mis on projekteeritud töötama madalatel pööretel;
- R6 mootorite tootmine ja kasutamine on päritolu riigis lõpetatud aastast 1990;
- V8 mootorid on vähesel määral senini kasutamisel;
- tekstoliit hammasratas nukkvõlli käivitamiseks;
- „pehme plokk“, mis ei taga väntvõlli vajalikke laagrilõtkusid, mis suurtel veotelgedel põhjustab plokikaane tihendite riknemist. [10]

Kui lähtuda ottomootori vähesest töökindlusest põhjustatud katkestamiste põhjustest, siis on loetelust näha, et R6 mootor on malm plokiga ja püstklappidega, mis on projekteeritud töötama madalatel pööretel. Kuid võidusõidus töötavad mootorid pigem kõrgetel pööretel. Kuna R6 mootorite tootmine ja kasutamine tootmine lõpetati päritolu riigis aastat 1990, siis pole tehased ja insenerid peale seda enam panustanud antud mootori vigade parandamisele. Lisaks on probleem V8 mootoriga. Kui võrrelda seda R6 mootoriga, kus lõpetati tootmine 90-ndatel aastatel ning peale seda enam antud sõidukeid väga enam ei kasutatud oli V8 mootoriga teisiti. Seda mootorit kasutatakse vähesel määral

senini. Üks suurimaid vigu antud mootoril on tekstoliit hammasrattaga nukkvõlli käivitamises. Antud lahendus ei ole töökindel ja seda just autorallis. Autor tooks siinkohal välja probleemi, mis on seotud „pehme plokki“ kasutamisega. Antud lahenduse miinus on see, et antud plokk ei taga väntvõllile vajalikku laagrilõtku ja suurtel koormustel plokikaane tihend läheb katki ning hakkab lekkima.

4.1 Diiselmootori eelised ja puudused

Diiselmootorit on algupäraselt peetud pigem mootoriks, mida kasutatakse põllumajanduses ja transpordivaldkonnas. Miks? Kütuse kulu....

Lähtudes tänavaauto andmetest, siis diiselmootori eelised bensiinimootori ees on järgmised:

- väiksem kütuse kulu; [11]
- moment pigem madalatel pööretel; [11]
- suurem pöördemoment; [11]
- mootoril on pikem eluiga; [12]

Ja puudused bensiinimootori ees on järgmised:

- soojeneb kauem; [11]
- mürarikkam; [12]
- külma ilmaga raske käivitada, sest nõuab abiseadmeid. [13]

Eelnevas loetelus tuli välja punktid, mis on diiselmootori ja diisli eelised bensiinimootori ning bensiini ees. Kindlasti diiselmootori üks suur eelis ottomootori ees on väiksem kütuse kulu ja tõhusus, kuna kasutab 30% vähem kütust. Kui pöörata tähelepanu mootorile täpsemalt, siis antud mootoril on pigem jõud, mida mootor toodab madalatel pööretel, suurem pöördemoment ja mootori eluiga on pikem. Lisaks on mootori eluiga pikem, kuna see töötab pigem madalatel pööretel. Kuid pannes need eelised autosporti ümber ja antud diiselmootor GAZ-51 tuleb välja, et see muudaks GAZ-51 praeguse mootori eluea palju pikemaks. Seda just seetõttu, kuna antud juhul, kui kasutati bensiinimootorit, siis kestis GAZ-51 mootor ainult ühe ralli. Praegune eesmärk on panna GAZ-51 diiselmootor, mis ongi üks lahendustest, kuidas pikendada GAZ veokite kestvust rallil. Lisaks saaks läbi diiselmootori tuua GAZ tüüpi sõidukite keskmist kiirust alla ja seda puhtalt läbi ECU piiramise.

Lisaks plussidele on ka diiselmootoril miinused. Miinused, mis puudutaksid otseselt ralli sõitmist oleksid külma ilmaga raske käivitada. Arvestades, et viimane ralli sõidetakse tavaliselt oktoobri algul,

milleks on Saaremaa ralli ja esimene ralli, mis toimub alles, kas mai või juuni kuus ei tohiks antud miinused probleemiks olla. Kuna nendel kuudel on õues veel piisavalt soe ja ilm ei tohiks mõjutada mootori käivitamist.

4.2 Bensiinimootori eelised ja puudused

Bensiinimootorid on pigem levinud tänavasõidukitel, mootorratastel ja erinevatel pisimootoritel. Näiteks paatidel, muruniidukitel, bagidel, jne. Lisaks kasutatakse bensiinimootoreid ka autospordis, kus antud mootor on üks levinumaid ja populaarseimaid kasutuses olevaid sisepõlemismootoreid.

Bensiinimootori eelised tänavaauto näitel on järgmised:

- soojeneb kiiremini; [11]
- mootor on vaiksem; [12]
- hooldus odavam, võrreldes diiselmootoriga; [11]
- külma ilmaga kergem käivitada. [11]

Ja puudused tänavaauto näitel on järgmised:

- väiksem pöördemoment; [11]
- jõud kõrgematel pööretel; [11]
- bensiinimootor on vähem tõhusam, kuna bensiini tarbimine on suurem; [12]
- mootori eluiga on lühem; [12]
- suurem bensiini kulu; [11]
- bensiini hind on kallim, kui diiselmootori hind.

Vaadates bensiinimootori eeliseid diiselmootori ees, siis selgub, et antud mootor on vaiksem, soojeneb kiiremini, hooldus on odavam ja külma ilmaga käivitub kergemini. Kuid ära ei tohi unustada, et antud punktid kehtivad pigem „tänapäeva“ mootoritega. Kui võtta aluseks GAZ tüüpi sõiduki mootor, siis hooldus ei ole kahjuks nii odav ja käivitumise poolest on samuti probleeme. Kuna antud mootor on esiteks keskmiselt ligi 55 aastat vana ja varuosade hind kahjuks ajas kerkib. Samuti käivitumine on pigem küsitav, sest seal mängivad juba rolli asjaolud, kui hästi on mootor seadistatud. Lisaks eelistele on bensiinimootoril omad miinused, mis mõjutavad päris palju mootorivalikut ning otstarvet, kus ja millal kasutada. Näiteks tooks autor välja, et bensiinimootoril on väiksem

pöördemoment, jõud kõrgematel pööretel, mootori eluiga on lühem. Lisaks eelnimetatule on bensiini hind kallim võrreldes diiselkütuse hinnaga ja lisaks bensiinimootor on vähem tõhusam, kuna kütuse tarbimine on suurem võrreldes diiselmootori puhul.

5. KÄIGUKASTI JA MOOTORI ANALÜÜS

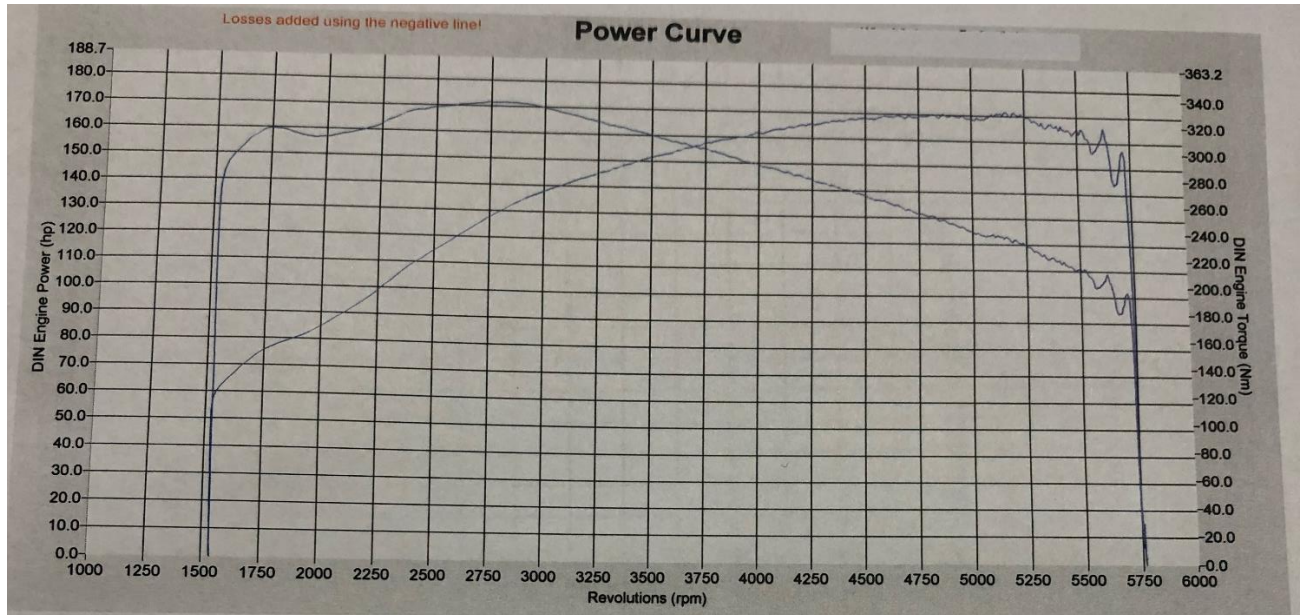
5.1 GAZ-51 mootor ja käigukast

GAZ-51 mootor on originaalis rida kuus, neljatakiline karburaator mootor (Pilt 2). Selle maksimaalne võimsus on 70 hp 2 800 pöörde juures ja maksimaalne pöördemoment on 20,5 Nm 1 500-1 700 pöörde juures. Antud mootori takisti ajastus on 1-5-3-6-2-4. Lisaks antud sõiduki tühimag originaalis on 2 710 kg ja täismass 5 370 kg. Kütuse kulu 100 km kohta on 20l, aga kui sõita 30-40 km/h on see 26l. [14] Seni kasutatud mootorite tehnilised näitajad, mida kasutatakse 9 klassis, mille võistluskaal on minimaalkaal koos ohutusvarustusega: GAZ 51/52 2000 kg, GAZ- 53 2200 kg. [15]



Pilt 2. GAZ-51 originaal mootor [16]

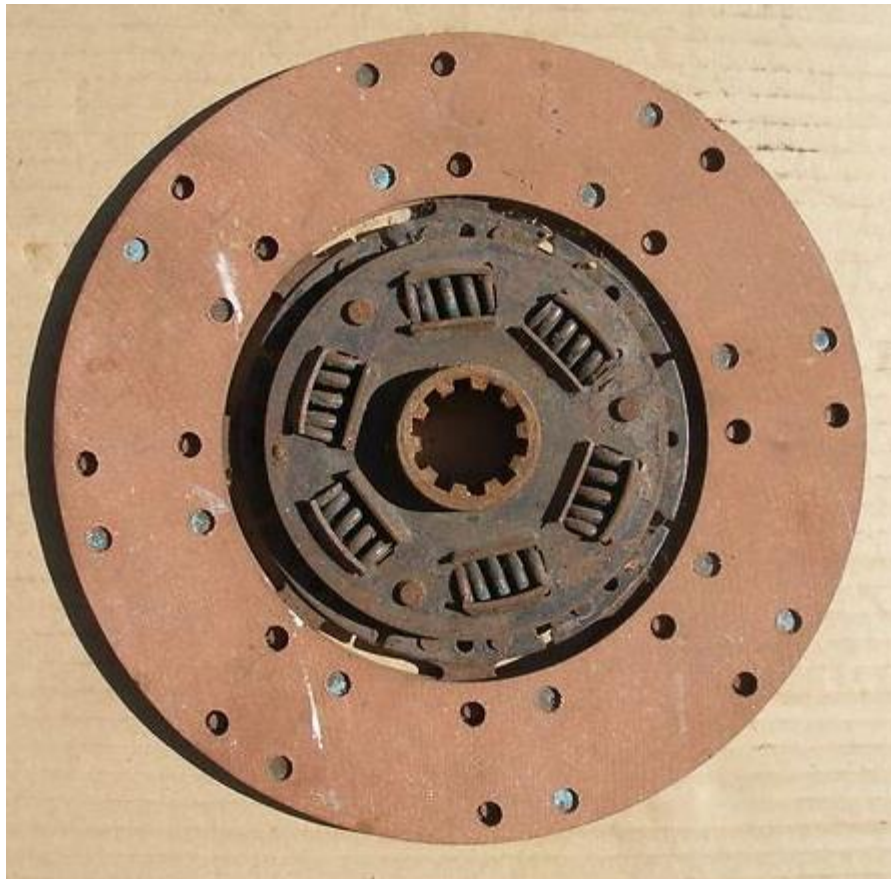
GAZ tüüpi sõiduki võimsuse graafikust (Pilt 3) tuleb välja, et antud sõiduki maksimaalne võimsus on 2 800 rpm juures on 171 Hp ehk 127,5 kW ning maksimaalne pöördemoment on 5 240 rpm juures 320 Nm.



Pilt 3. GAZ tüüpi sõiduki pöördemomendi ja võimsuse graafik [17]

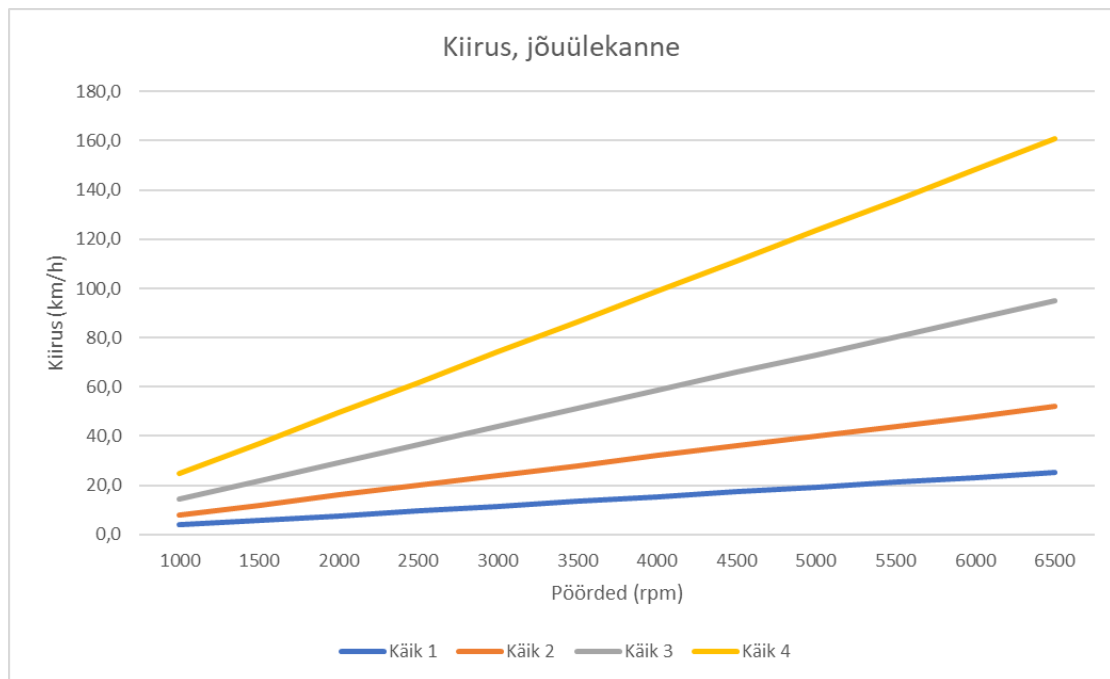
GAZ-51 originaal valmistaja maksimaalne kiirus on 70 km/h. Antud kiiruse juures on keskmine kütusekulu tootja poolt määratud 20l/100 km. Kui sõiduk sõidab 30-40 km/h, siis on kütusekulu 26l/100 km. Lisaks veoskeem on 4x2.[14]

GAZ-51 on originaalis kasutusel H-lülitusega nelja käiguline manuaal käigukast. Antud sõiduki peaülekandearv on 6,67. Lisaks on sõidukil kasutusel ühekettaline, kuiv sidur (Pilt 4). [14] Kuiva siduri puudused on ülekuumenemise oht, sagedasel käiguvahetusel ja pideval *start-stopil*.



Pilt 4. GAZ-51 sidur [18]

GAZ tüüpi sõiduki kiiruse ja jõuülekanne graafikust on näha, et tehasepoolsete andmete kohaselt on antud sõiduki maksimaalne kiirus neljanda käiguga kuni 160 km/h (Graafik 8). Antud graafiku koostamisel lähtuti GAZ-51 tehasepoolsetest andmetest. Lisaks määrati ratta andmeteks 7,5-20 ehk antud arvud näitavad, et velje diameeter on 20 tolli ja rehvi profiil on 7,5%. [14]



Graafik 8. GAZ-51 tehase ja jõuülekanne graafik [14]

Käigukasti ülekandearvud on järgmised:

Käik	Ülekandearv
I	6,40
II	3,09
III	1,69
IV	1,00
R	7,82

Tabel 3. GAZ-51 originaal käigukasti ülekandearvud [14]

GAZ-51 käigukastis on kasutusel aeglane ülekanne (Tabel 3). Seda just seetõttu, et sõiduk on mõeldud raskete koormate veoks, kus on oluline kohapealt rahulikult liikuma saamine ja edasi liikumine. Selletõttu ongi antud veoautol aeglane jõuülekanne, sest oluline on jõud mitte kiirus. Lähtuda rallist,

kus oluline on pigem kiirus, siis on oluline kiire käigukasti ülekanne. Sellest lähtudes, tuleks muuta ka ülekande arvusid käigukastis.

5.1.1 GAZ-51 mootori eelised ja puudused võidusõidus

Algupäraselt on mõeldud GAZ-51 transpordi veokiks, peamiselt kauba veoks. Kuid need tingimused, mis on rallis ületavad GAZ tüüpi sõidukite algupärasest tööpõhimõtet. Rallis on peamine eesmärk suurtel pööretel ning suurel kiirusel sõitmine. Algupäraselt oli GAZ tüüpi sõiduki tööpõhimõte siiski vaikselt sõita ning vedada suuri ja raskeid koormaid. Siit tulebki välja see, et GAZ veoki mootor ja käigukast originaalis ei peagi vastu seda, kui pidevalt sõita suurte kiirustega ning vahetada tihti käike. Kui nüüd lähtuda sellest, et reeglid, mis on seatud GAZ-51, selleks et rallit sõita, siis seal tuleb välja, et GAZ veoki mootor ja käigukast peavad olema näiliselt originaalid. Lähtudes rallidest, kus keskmiselt katkestavad pooled GAZ ralliveokid, kes on startinud ning aastate läbilõikes peamine katkestamise põhjus on siiski mootor ja jõuülekanne. Lisaks kui toimub avarii, siis süttivad GAZ veokid väga kergelt põlema, kuna nende mootorite kütusesüsteem on sarnane nagu oli algupäraselt loodud (Pilt 5. GAZ-51 karburaator [19]). Lisaks on antud mootoril kasutusel endiselt karburaator, mis tähendab omakorda seda, et kui peaks juhtuma avarii ning see saab viga, siis on süttimine hetkeline. Kui sõiduk peaks jääma peale avariid katuse peale hakkab karburaatorist lekkima bensiin ja bensiiniaurud, mis süttivad väga kergelt. Kuna mootoriruumis on temperatuur väga kõrge ja lisaks on seal samas väljalaskekollektor. GAZ tüüpi sõiduki puhul on süttimine väga ohtlik eelkõige sõitjatele, kuna sõitjate ruumis on vähe ruumi ning sõidukist on keerulisem välja saada, kui mõnest teisest ralliautost.

Eelised GAZ-51 mootoril võrreldes teiste mootoritega on võib-olla see, et GAZ-51 mootor annab juurde sõiduki algupärasele isiksusele. Lisaks antud mootor annab sõidukile väärtust just selles vaatepunktist, et 1946-1975. aastal loodud mootor suudab töötada ka 47-76. aastat hiljem ning töötada ka tingimustes, mis algupäraselt ei ole loodud rallis.



Pilt 5. GAZ-51 karburaator [19]

5.2 BMW mootorite ja käigukastide valik GAZ-51 tüüpi sõidukile

5.2.1 BMW E90 320i 110 kW 200 Nm mootor ja jõuülekanne

BMW E90 320i, millel on kasutusel 1995cc, 2.0L rida neli bensiinimootor (Pilt 6). Tegemist on tagaveolise sõidukiga, mille mass on 1 394 kg. Antud sõiduki tootmine toimus 2004-2013. aastal.



Pilt 6. BMW E90 320i [20]

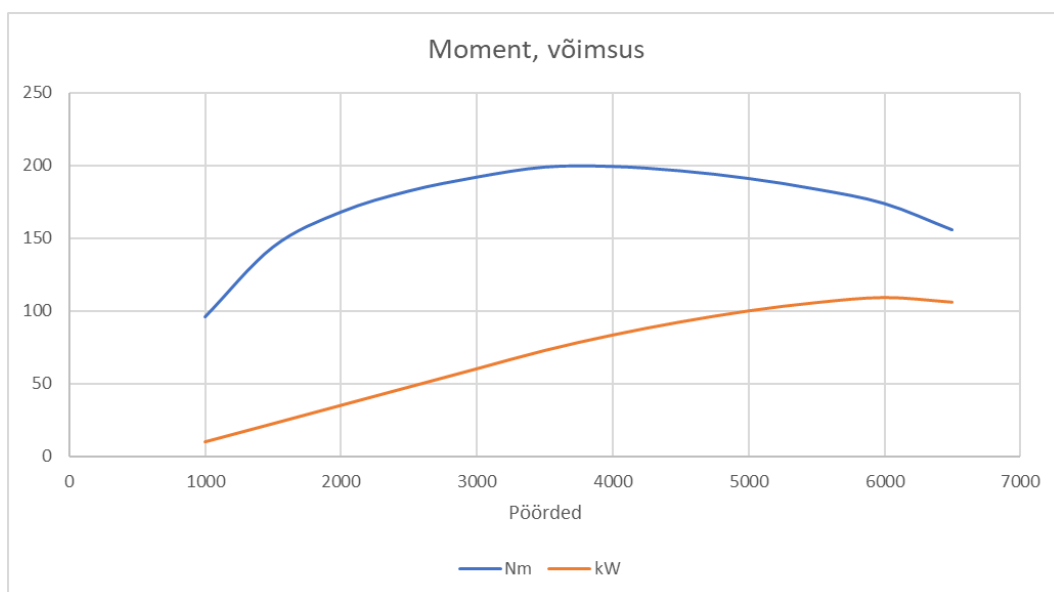
BMW E90 320i on kasutusel 1995cc, 2.0L vabalt hingav rida neli bensiinimootor. Mootori maksimaalne võimsus on 110 kW 6 200 rpm juures ning maksimaalne pöördemoment 200 Nm 3 600 rpm juures. Iga silindri kohta on kasutusel neli klapp, kaks sisse- ja väljalaskeklappi. Sõiduki keskmine kütusekulu linnas on 10,7l/100 km, maanteel 5,6l/100 km ja keskmine kütusekulu on 7,4l/100 km. Antud sõiduki kiirendus 0-100 km/h on 9.0 sek ja maksimaalne kiirus on 220 km/h. [21]

Mootori surveaste on 10.50:1. Surveaste on põlemiskambri suurima ja väiksema ruumala omavaheline suhe. See tähendab, et suurima ruumala puhul on kolb alumises surnud seisus (A.S.S) ja väikseima ruumala puhul ülemises surnud seisus (Ü.S.S). Kompressioon on 12.60 bar. Kompressioon on rõhk, mis tekib mootori töötaktis kolvi liikumisel alumisest surnud ülemisse surnud seisu. [22]

320i mootoril on kasutusel topelt nukkvõllid (DOHC – *double overhead camshaft engine*). Lisaks iga silindri kohta on kasutusel neli klappi, kaks sisse- ja väljalaskeklappi. DOHC mootori üks eelis on see, et selle mootori lahenduse puhul on kasutusel sisselaske- ja väljalaskeklappide vahel laiem nurk, mis parandab silindri täitavust. Lisaks antud lahenduse puhul on muudetud ka süüteküünalde asetust, mille läbi on parandatud silindris kütuse põlemise efektiivsust. [22]

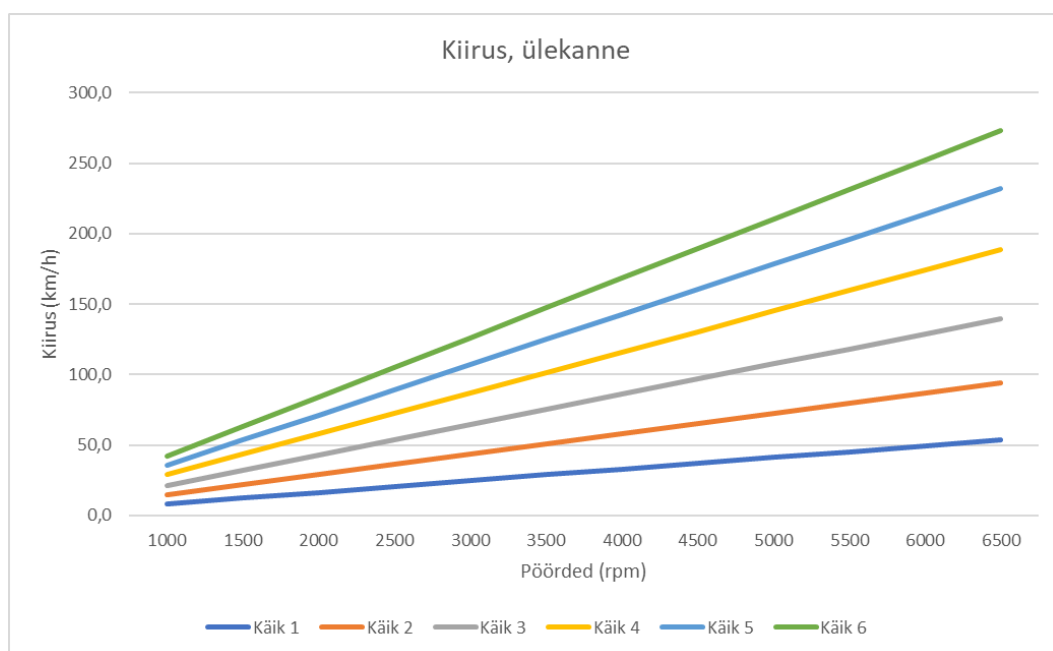
BMW E90 320i 2.0l on kasutusel kuue käiguline manuaalkäigukast. Selle peaülekande arv on 0.85:1 ning diferentsiaali ülekandearv on 3.38:1. Graafikust on näha (Graafik 9), et antud sõiduki teoreetiline

maksimaalne moment on 200 Nm 3 500 rpm juures ja võimsus on 6 000 rpm juures 110 kW. See läheb kokku sõiduki tehaseandmetega.



Graafik 9. BMW E90 320i momendi ja võimsuse graafik [20]

Kiiruse ja ülekande graafikus tuleb välja (Graafik 10), et ilma mootori ja käigukasti piirajateta on sõiduki maksimaalne kiirus umbes 270 km/h, kuid tehaseandmete kohaselt on tegelik maksimaalne kiirus 220 km/h ja kiirendus 0-100 km/h on 9,0 sek.



Graafik 10. BMW E90 320i kiirus ja jõuülekanne [20]

5.2.2 BMW E46 320TD 110 kW mootor ja jõuülekanne

BMW E46 320TD 110 kW autosid toodeti perioodil 2001-2005 (Pilt 7). Tegemist on kolmanda seeria BMW mudeliga, kus on kasutusel 2,0l (1995 cm³) rida neli mootor ja kuue käiguline manuaalkäigukast. Keretüübilt on tegu luukpäraga (*hatchback*). Keskmise kütusekulud: linnas 7,6l/100 km; maanteel 4,4l/100 km; kombineeritud 5,5l/100 km. Sõiduki kütuse tüübiks on diisel. Lisaks kiirendab antud sõiduk 0-100 km/h 8,9 sek ning maksimaalne kiirus on 214 km/h. Antud BMW kaalu ja võimsuse suhe on 9,8 kg/Hp ehk 102 Hp/tonni kohta. Kaalu ja pöördemomendi suhe on 4,5 kg/Nm ehk 224,5 Nm/tonni kohta. [23]

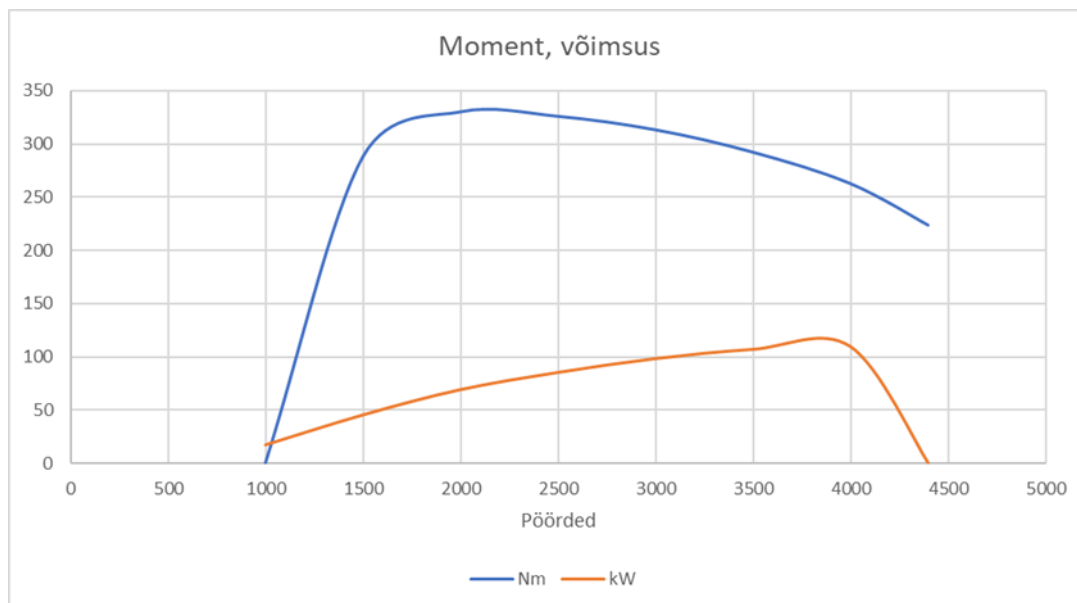


Pilt 7. BMW E46 320TD [24]

Kasutusel on 2,0l rida neli turbomootor, mille võimsus on 150 Hp/4 000 rpm ja pöördemoment 330 Nm/ 2 200 rpm juures. Mootori kood on M47D20. Mootori töösilindrid asetsevad auto ja mootori suhtes sirgjooneliselt. Iga silindri kohta on kasutusel neli klappi, milles mõlemat on kaks sisselaske- ja väljalaskeklapid. Sõiduki kiirendus 0-100 km/h on 8,9 sek. ja maksimaalne kiirus on 214 km/h. [23]

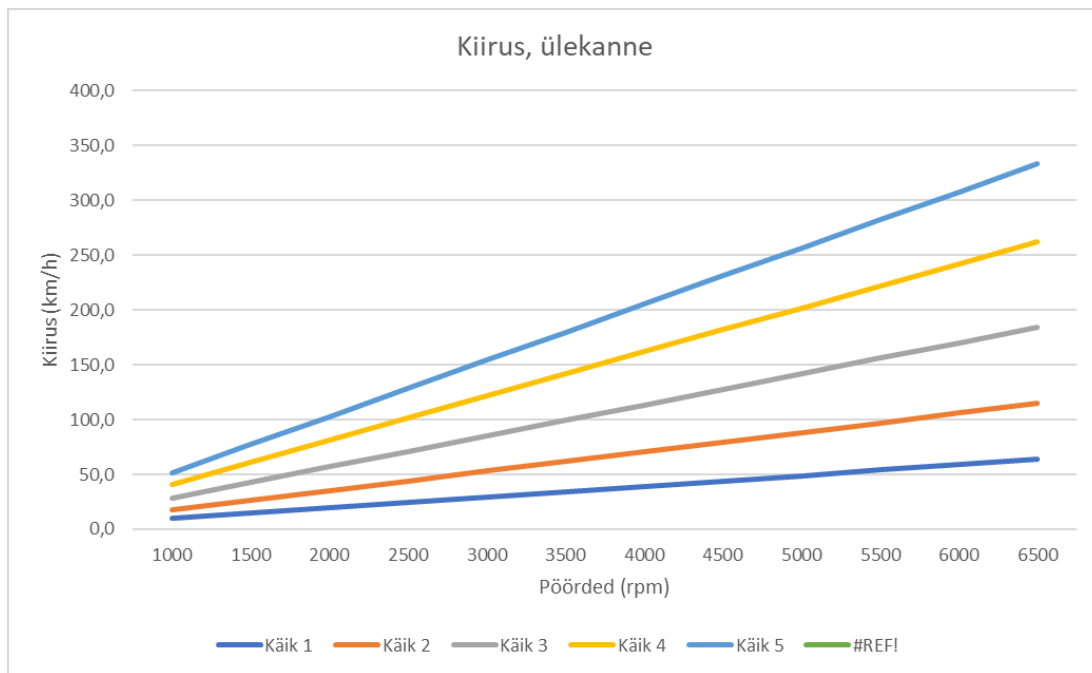
Momendi ja võimsuse graafikust (Graafik 11) tuleb välja, et BMW E46 320TD maksimaalne jõumoment on 2 200 rpm juures, kus moment on 330 Nm. Lisaks maksimaalne võimsus on

3 800 rpm juures 130 kW. Antud tulemused on saadud nii, et sõidukile on teoreetiliselt arvutusel pandud alla 18 tolline velg. Sealt tuleb ka arvude erinevus tehase poolt mõõdetud andmetes.



Graafik 11. BMW E46 320TD momendi ja võimsuse graafik [25]

Kui vaadata kiiruse ja ülekande graafikut (Graafik 12), siis sealt on näha, et teoreetiliselt sõiduki maksimaalne kiirus kuuenda käiguga lausa 340 km/h, kuid tegelikkuses see nii ei ole. Kuna sõidukile on pandud erinevad piirajad peale ja kui antud sõiduk peaks sõitma 340 km/h 6 500 rpm juures, siis antud sõiduk väga kaua ei kestaks. Lihtsalt füüsiliselt mootor ja käigukast ei pea sellist koormust vastu. Tegelikkuses on BMW E46 320TD maksimaalne kiirus 214 km/h ja kiirendus 0-100 km/h on 8,9 sek. [24].



Graafik 12. BMW E46 320TD kiiruse ja ülekande graafik [25]

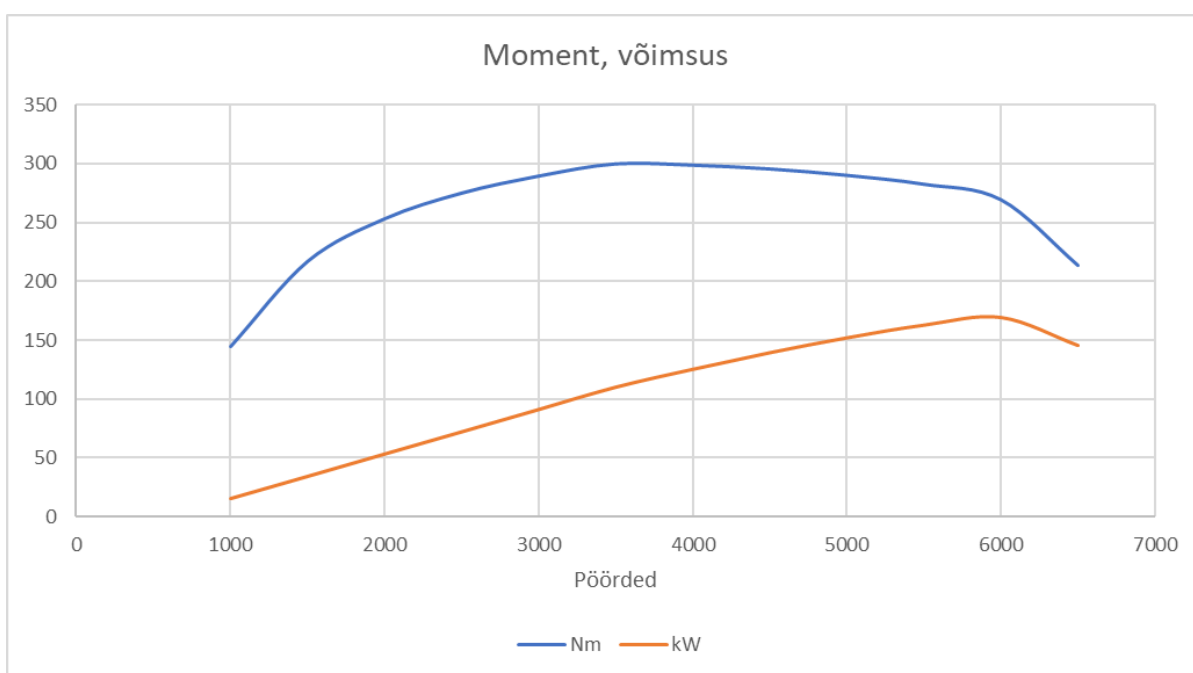
5.2.3 BMW E36 318 TDS mootor ja jõuülekanne

BMW E36 318 TDS 66 kW toodeti aastatel 1994 kuni 1998 (Pilt 8). Mootoriks on 1,7l 66 kW rida neli turbo diiselmootor. Sõiduki tühimag on 1 240 kg.



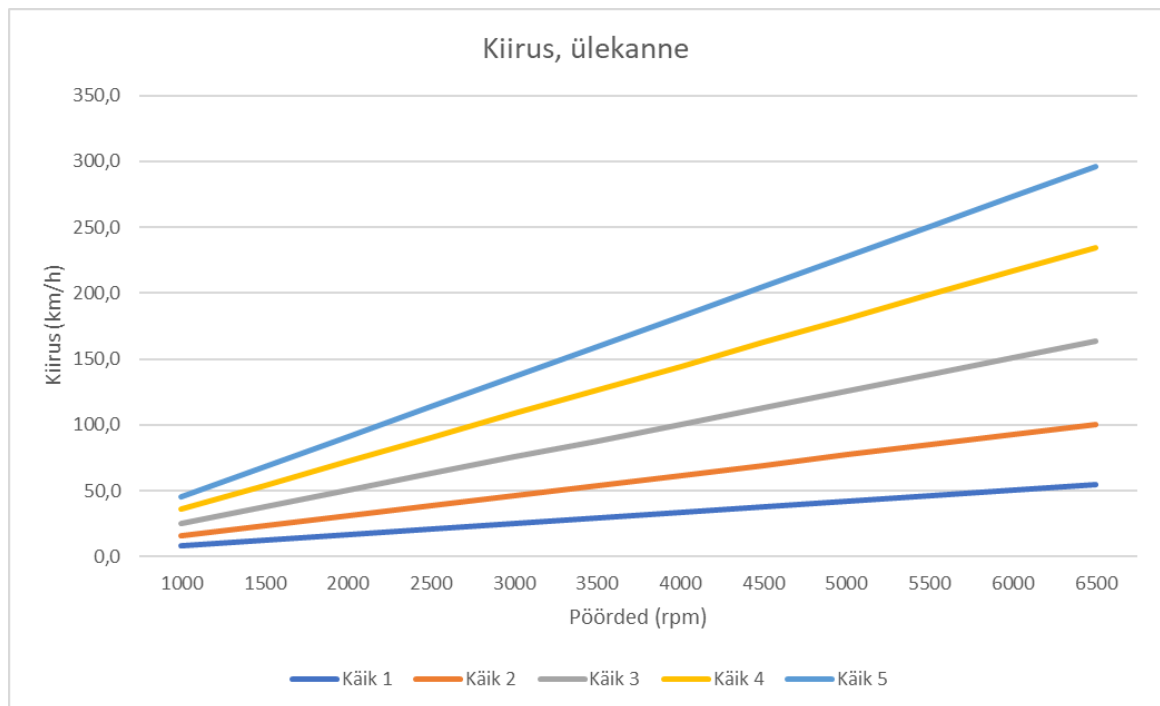
Pilt 8. BMW E36 318TDS [26]

BMW E36 318 TDS on kasutusel 1,7l (1 665 cm³) rida neli turbo diiselmootor. Antud sõiduki kütusekulu linnas on 7,6 liitrit 100 km, maanteel 5,8 liitrit 100 km ja keskmine kulu on 4,4 liitrit 100 km. Maksimaalne kiirus on 182 km/h ja kiirendus 0-100 km on 14,4 sek. Maksimaalne võimsus tehaseandmete kohaselt on 66 kW 4 400 rpm juures ning maksimaalne moment 190 Nm 2 000 rpm juures. Momendi ja võimsuse graafikust on näha (Graafik 13), et arvud erinevad tehaseandmetest, seda just selletõttu, et graafiku koostamisel määrati velje suuruseks 18 tolli. Tehaseandmetel on velje suuruseks märgitud 15 tolli. Antud velje valikus üritati leida kõige lähedasema ratta suuruse GAZ-51 autole, selletõttu ka erinevus. [27]



Graafik 13. BMW E36 318 momendi ja võimsuse graafik [28]

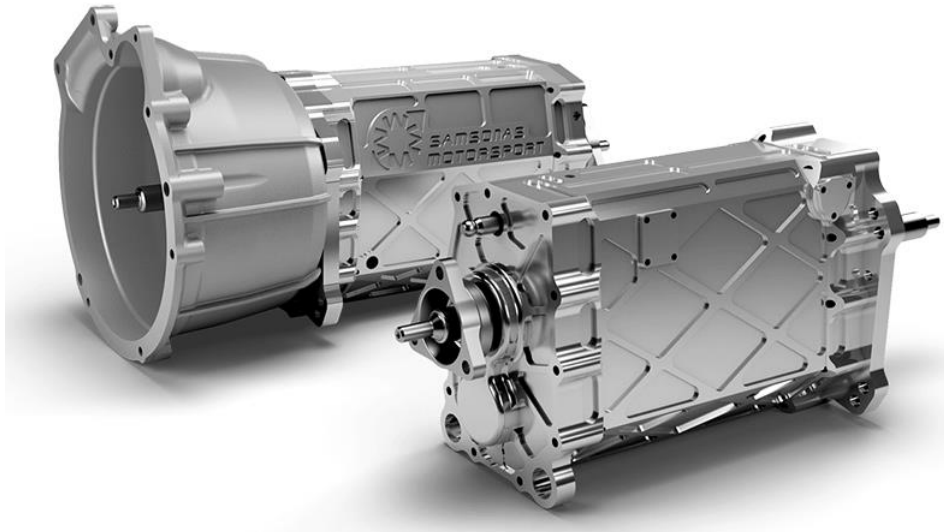
Kui vaadata kiiruse ja ülekande graafikut (Graafik 14), siis sealt on näha, et teoreetiliselt sõiduki maksimaalne kiirus viienda käiguga lausa 290 km/h, kuid tegelikkuses see nii ei ole. Kuna sõidukile on pandud erinevad piirajad peale ja kui antud sõiduk peaks sõitma 290 km/h 6 500 rpm juures, siis antud sõiduk väga kaua ei kestaks. Ning see hakkaks üsna suure tõenäosusega lagunema ja lisaks arvestades, et rallil ei ole vajagi nii suurt sõidukiirust eriti veel GAZ-51 puhul. [27]



Graafik 14. BMW E36 318 kiiruse ja ülekande graafik [28]

5.3 Samsonas käigukast

Samsonase käigukasti tootja soovitas kasutada GAZ-51 universaalkorpusesse ehitatud käigukasti (Pilt 9). Täpsemalt oleks antud käigukast H-lülitusega ja kuue käiguline, kuna see lahendus on kõige sobilikum GAZ-51 just rallis kasutamiseks. Lisaks kui panna Samsonase käigukast tuleks ümber muuta sidurivõllipikkus, kardaaani pikkus ja shifterit tuleb modifitseerida, kuna käigukasti asend on vastupidine sõiduautole. [29]



Pilt 9. Samsonas H-lülitusega käigukast [29]

Samsonase käigukastile saab vastavalt soovile valida ka ülekandearvused (Tabel 4-6). Teisisõnu on olemas kolme erinevat varianti käigukasti sisemusi ja igal sisemuse on kaks kuni kolm varianti ülekandearvused, mille vahel saab vastavalt soovile valida. Lisaks ülekandearvude valimisel tuleb lähtuda sellest, kus antud sõiduk sõidab, millisel pinnasel ja milline on sõitja või reeglite nõudmine käigukasti sisemuse osas. Käigukasti sisemust saab valida, kas on soov kiire või aeglase ülekandega käigukasti.

Käik	Variant 1	Variant 2	Variant 3
I	2,462	3,00	3,00
II	1,800	2,00	2,00
III	1,471	1,471	1,500
IV	1,250	1,190	1,250
V	1,087	1,00	1,087
VI	0,962	0,875	0,962

Tabel 4. Samsonase käigukasti ülekandearvud, variant 1 [29]

Käik	Variant 1	Variant 2	Variant 3
I	3,000	3,000	3,000
II	2,000	2,000	2,000
III	1,500	1,500	1,500
IV	1,190	1,190	1,190
V	1,000	0,962	0,962
VI	0,875	0,833	0,760

Tabel 5. Samsonase käigukasti ülekandearvud, variant 2 [29]

Käik	Variant 1	Variant 2
I	3,000	3,000
II	1,800	1,800
III	1,500	1,500
IV	1,250	1,333
V	1,087	1,042
VI	0,962	0,962

Tabel 6. Samsonase käigukasti ülekandearvud, variant 3 [29]

5.4 BMW käigukast

BMW sõidukitel on kasutusel nii manuaal- kui ka automaatkäiguste. Lähtudes BMW käigukasti kasutusest rallil, siis tuleks jälgida ralli keerukust ja olusid, mis sellega kaasnevad. Esiteks on rallil oluline jälgida on teeolusid, mis olenevat ilmast ja kohast. Seetõttu võivad need olla kohati väga keerulised ja rasked. Lisaks kiired ning äkilised stardid, mis on kogu jõuülekandele üpris laastavad. Sellepärast, et jõud, mis edastatakse ratastele ja erinevatele jõuülekande osadele on stardi hetkel väga suur ja jõuülekande osad ei pea seda pika aja jooksul vastu. Lähtuvalt sellest tuleks rallis eelistada manuaalkäigukasti, kuna antud käigukasti ülesehitus on palju lihtsam ja töökindlam, kui seda on automaatkäigukastil. Viimasel nimetatul käigukastil on kasutusel erinevad sidurid ja juhtmoodulid, mis rasketes ralli oludes ei peaks vastu.

5.4.1 Mootori, käigukasti hinnaklassid ning saadavus

Hetkel on valikus kolm erinevat BMW sõidukit, millest üks on bensiinimootoriga ja kaks diiselmootoriga (Tabel 7). Vaadates hinnaklasse, siis hetkel on kõige odavam osta BMW E46, mille saab kohe kätte. Lähtudes erinevatest parameetritest, siis GAZ-51 oleks kõige sobilikum BMW E36 318TDS mootor, millele tuleks külge Samsonase ralliks mõeldud käigukast.

Mootor ja käigukast	Saadavus	Hind
BMW E90 320i mootor + käigukast	Kohe	3 699 € (kogu auto hind)
BMW E46 320TD 110kW mootor + käigukast	Kohe	2 999 € (kogu auto hind)
BMW E36 318TDS 66kW	Kohe	4 000 € (kogu auto hind)
Samsonase käigukast	Kuni 2 nädalat	6 500 € + KM

Tabel 7. Mootori ja käigukasti hinnad ja saadavus [29], [30], [31], [26]

5.5 EAL reeglite muudatus

EAL reeglites tuleks ära muuta juhul, kui kasutusele tuleb BMW E36 318TDS mootor järgmised reeglid. Esiteks tuleks muuta rangemaks forsseerimise poolt. Mehaanikud ega GAZ ralliveokite omanikud ei tohi forsseerida rohkem sõidukit, kui EAL on seda lubanud. Lisaks tuleks alandada GAZ veoki tippkiirust, kuna antud juhul on see 150-160 km/h, enne kõike turvalisuse huvides. Peale selle tuleks ära piirata ECU. Seda selletõttu, et keegi seda enne rallit ümber ei kirjutaks. ECU võiks näiteks ära plommida ja kasvõi ECU kood võiks olla kirjas sõiduki tehnilistes dokumentides. Lisaks võiksid olla GAZ tüüpi sõiduki tehnilised reeglid konkreetsemad, kuna antud juhul reeglid, mis hetkel kehtivad annavad päris palju vabandust sõiduki üle forsseerimiseks.

KOKKUVÕTE

Lõputöö eesmärk oli muuta GAZ-51 töökindlamaks ja ohutumaks nii sõitjatele kui ka pealtvaatajatele. Uurides erinevate rallide protokolle saadi teada, et üks peamisi katkestamise põhjuseid oli mootori või käigukasti rike. Lisaks selgus välja, et GAZ veokid süttivad peale avariid väga kergesti põlema. Selleks, et neid probleeme vältida tehti analüüs selle kohta, kui vahetada praegune GAZ-51 mootor diiselmootori vastu. Seda eelkõige just ohutuse ja vastupidavuse suhtes. Lõputöös koostatud võrdluse käigus tulid välja nii diiselmootori kui ka bensiinimootori eelised ja puudused.

Antud lõputööst selgub, et kõige optimaalsem GAZ-51 oleks BMW E36 318TDS mootor. Tegu on rida neli diiselmootoriga, mille lähteandmed on kõige sarnasemad GAZ-51 tüüpi sõidukile. Lisaks antud sõiduki mootor on väga töökindel ja ohutu. Samuti saab varuosasid väga kergel ja kiirelt kätte. Diiselmootori kasutuselevõtt ei tähenda seda, et kõik GAZ veokite mootorid tuleks diiselmootorite vastu vahetada, vaid hoopis vastupidi. Üks võimalus on luua lihtsalt juurde uus võistlusklass GAZ tüüpi sõidukitele, millel on diiselmootor. Käigukasti valikus eelistaks pigem manuaalkäigukasti, kuna antud käigukasti lahendus on lihtsam ja töökindlam, võrreldes automaatkäigukastiga. Kui arvestada inimesega, kes hakkab GAZ veokit ümber ehitama, siis algne lahendus oleks kindlasti see, et ostetakse terve BMW ning võetakse antud autolt nii mootor kui ka käigukast. Antud lahendus on odav ja lihtne. Kui sõitjal peaks tekkima soov parema käigukasti vastu, siis on kindel eelis Samsonase käigukast, kuna antud lahendus ongi mõeldud rallidel sõitmiseks. Lisaks toodi välja muudatusi, mida võiks GAZ veokite tehnilistes reeglites muuta või parandada. Seda eelkõige sellepärast, et inimesed ei forsseeriks liialt oma võidusõiduveokeid. Seeläbi muutuks antud sõiduk vastupidavamaks ja ohutumaks.

SUMMARY

The title of the graduation thesis is "*Technical Analysis of BMW engine in the EMV9 competition class*". The content of this work is to point out the main reasons for the GAZ-51 and analysis in the rally. In addition, offer new solutions to make the GAZ-51 safer and more reliable. As only half of those who register for the rally arrive at the end of the rally at the moment, something must be changed in this competition class. All this in order to have this competition class for 10 years. In the thesis, I analyzed various BMW engines and gearboxes and found the most optimal solution for the current problem, which was engine and gear failure. The solution to this problem is to replace the current GAZ-51 engine against BMW E36 318 TDS. The new engine would be a diesel engine that would make the entire competition class safer and more reliable. In addition, I highlighted suggestions in the thesis for changes to the EMV9 competition class rules. This is because the right rules are too lenient.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] „Ralliveokad – ainult Eestis!“, *auto24.ee*.
<https://www.auto24.ee/uudised/uudised.php?uid=59493> (vaadatud 15. veebruar 2022).
- [2] „Veoautode tehnilised tingimused 2021.pdf“. Vaadatud: 15. veebruar 2022. [Online].
Available at:
<https://www.autosport.ee/sites/default/files/Veoautode%20tehnilised%20tingimused%202021.pdf>
- [3] Shacki, „Lõpptulemused Silveston Saaremaa Rally 2012“, *eWRC-results.com*.
<https://www.ewrc-results.com/final/5762-silveston-saaremaa-rally-2012/?ct=696> (vaadatud 15. veebruar 2022).
- [4] Shacki, „Hooaeg 2010 rally“, *eWRC-results.com*. <https://www.ewrc-results.com/season/2010/?nat=42> (vaadatud 27. märts 2022).
- [5] Shacki, „Hooaeg 2013 rally“, *eWRC-results.com*. <https://www.ewrc-results.com/season/2013/?nat=42> (vaadatud 24. aprill 2022).
- [6] „Diiselmootoriga Audi R10 sai ajaloolise võidu“, *Delfi Sport*.
<https://sport.delfi.ee/a/12507061> (vaadatud 26. aprill 2022).
- [7] „RCFS“, *RCFS*. <https://rallycarsforsale.net/> (vaadatud 26. aprill 2022).
- [8] „Ralliauto müük | racemarket.net Eesti“, *Ralliauto müük | racemarket.net Eesti*.
<https://ee.racemarket.net/index.php> (vaadatud 26. aprill 2022).
- [9] „eWRC-results.com - rally database“. <https://www.ewrc-results.com/> (vaadatud 9. aprill 2022).
- [10] *Erakogu*.
- [11] „Diiselmootor vs bensiinimootor, mis mulle sobib? | Automaakler.ee“, 14. jaanuar 2014.
<https://automaakler.ee/diiselmootor-vs-bensiinimootor-mis-mulle-sobib/> (vaadatud 26. aprill 2022).
- [12] „Diesel vs petrol: the pros and cons“, *Rias*, 20. veebruar 2018. <http://www.rias.co.uk/news-and-guides/living-and-lifestyle/diesel-vs-petrol-the-pros-and-cons/> (vaadatud 26. aprill 2022).

- [13] „How to Start a Cold Diesel Engine in the Winter“, *John Deere MachineFinder*, 13. veebruar 2020. <https://blog.machinefinder.com/30848/6-tips-starting-cold-diesel-engine> (vaadatud 26. aprill 2022).
- [14] „GAZ-51 - SovAvto website“. <http://www.sovavto.net/gaz/51-e.htm> (vaadatud 28. detsember 2021).
- [15] „Veoautode tehnilised tingimused 2021.pdf“. Vaadatud: 9. mai 2022. [Online]. Available at: <https://www.autosport.ee/sites/default/files/Veoautode%20tehnilised%20tingimused%202021.pdf>
- [16] „GAZ-51: history, photos, specifications“. <https://tostpost.com/cars/32287-gaz-51-history-photos-specifications.html> (vaadatud 5. mai 2022).
- [17] *Ligur racing*.
- [18] „GAZ 51 siduriketas.“, *Osta.ee*. <https://www.osta.ee/gaz-51-siduriketas-81101522.html> (vaadatud 5. mai 2022).
- [19] „GAZ 51 karburaator, K-22“, *Osta.ee*. <https://www.osta.ee/gaz-51-karburaator-k-22-59451458.html> (vaadatud 6. aprill 2022).
- [20] „BMW E90 3 Series 320i Technical Specs, Dimensions“. <https://www.ultimatespecs.com/car-specs/BMW/5029/BMW-E90-3-Series-320i.html> (vaadatud 5. mai 2022).
- [21] „BMW E90 3 Series 320i Technical Specs, Dimensions“. <https://www.ultimatespecs.com/car-specs/BMW/5029/BMW-E90-3-Series-320i.html> (vaadatud 26. detsember 2021).
- [22] „BMW 320i E90 (2005) - technical specifications - maximum power, maximum torque, fuel consumption - urban/extra urban/combined, maximum speed, acceleration, weight, dimensions, engine, suspension, rims/wheels, tyres, brakes, transmission/gear box, etc.“ <https://www.carinf.com/en/c5a0413869.html> (vaadatud 26. detsember 2021).
- [23] „2001 BMW 3 Series Compact (E46, facelift 2001) 320 td (150 Hp) | Technical specs, data, fuel consumption, Dimensions“. <https://www.auto-data.net/en/bmw-3-series-compact-e46-facelift-2001-320-td-150hp-9973> (vaadatud 12. veebruar 2022).

- [24] „BMW e46 2.0 110kw - Valga, Valga vald, Valgamaa - 3 seeria, 320 osta ja müü – okidoki“. <https://www.okidoki.ee/item/bmw-e46-20-110kw/11053635/> (vaadatud 5. mai 2022).
- [25] „BMW E46 3 Series Compact 320td Technical Specs, Dimensions“. <https://www.ultimatespecs.com/car-specs/BMW/4974/BMW-E46-3-Series-Compact-320td.html> (vaadatud 6. mai 2022).
- [26] „BMW from € 4,000.-“, *AutoScout24*. https://www.autoscout24.com/offers/bmw-318-serie-3-e36-01-1991-06-1998-diesel-green-b8b0613a-7115-4549-aa41-c2cef06af955?sort=standard&desc=0&lastSeenGuidPresent=false&cldtsrc=listPage&cldtidx=1&search_id=2ahabzlm3&source=listpage_search-results (vaadatud 7. mai 2022).
- [27] „BMW E36 3 Series Sedan 318 tds Technical Specs, Dimensions“. <https://www.ultimatespecs.com/car-specs/BMW/159/BMW-E36-3-Series-Sedan-318-tds.html> (vaadatud 6. mai 2022).
- [28] „1997 BMW 318tds Compact (66 kW / 90 PS / 89 hp) (for Europe) specs review“. https://www.automobile-catalog.com/car/1997/270350/bmw_318tds_compact.html (vaadatud 6. mai 2022).
- [29] „Gearbox“. <https://samsonas.com/gearbox/> (vaadatud 24. aprill 2022).
- [30] „Specs 2005 BMW 320i (man. 6)“. <https://www.automobile-catalog.com> (vaadatud 26. detsember 2021).
- [31] „BMW 320 M-Pakett Facelift 2.0 D 110kW“, *auto24.ee*. <https://www.auto24.ee/soidukid/3677577> (vaadatud 6. mai 2022).