



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Antti Mäki-Fränti

MOOTTORI KETJU- VAI HIHNAJÄRJESTEL- MÄLLÄ AUTOA VALITTAESSA

Tekniikka
2023

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Konetekniikka

ABSTRACT

Author	Antti Mäki-Fränti
Title	Comparison of with Chain or Belt system in an engine
Year	2023
Language	Finnish
Pages	25
Name of Supervisor	Osku Hirvonen

The aim of this thesis was to figure out pros and cons of timing belt- and chain engines. The purpose is to provide the consumer with the most accurate comparison of both engine types and of their maintenance costs and service intervals. In general, the goal is to make it easier for car buyer to decide which option would be more suitable for them, considering all factors.

Source book and the internet were used in the project. The work tool was a computer.

As a result of the work, the reader obtains a basic understanding of what owning a car with each type of engine requires. It is impossible to find a clear answer to the question of "Which one is better."

Keywords

timing gear, timing belt, timing chain, work guide

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Työn tavoitteet.....	7
1.2	työn merkittävyys	7
1.3	Työn toteutuksen menetelmät	7
2	JAKOPÄÄN TOIMINTAPERIAATE	8
3	JAKOIHNA.....	9
4	JAKOKETJU	11
4.1	Rullaketju	11
4.2	Hiljainen ketju	12
5	JAKOIHNNAN EDUT JA HAITAT	14
6	JAKOIHNNAN VAIHTO.....	15
6.1	Jakohinnan irroitus.....	15
6.2	Jakohinnan asennus.....	16
7	JAKOKETJUN EDUT JA HAITAT	19
8	JAKOKETJUN VAIHTO.....	20
8.1	Jakoketjun irroitus	20
8.2	Jakoketjun asennus.....	20
9	PÄÄTÖKSEN TEKEMINEN	22
10	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	24
10.1	Tulosten tarkastelu	24
10.2	Työn luotettavuus	24
	LÄHTEET	25

KUVALUETTELO

Kuva 1. Jakohihnan kerrokset = timing chain layers, special nylon facing = erityinen nylonpäällyste, glass fiber tension member = lasikuituinen jännitysosa, synthetic rubber case = synteettinen kumikotelo, special tooth form = erityinen hammastus (Timing belt online catalogue, 2010.)	9
Kuva 2. Jakohihna kiinnitettynä ja kiristettynä (Club.Autodoc.fi, 11.02.2021.) ...	10
Kuva 3. 1 = ulompi linkkilevy, 2 = sisempi linkkilevy, 3 = Tappi, 4 = holkki, 5 = rulla (Timing chain guide, SKF, 2022.)	11
Kuva 4. 1 = Ohjaava linkki, 2 = levyn takkilinkki, 3 = levyn kääntötappi (Timing chain guide, SKF, 2022.)	12
Kuva 5. Jakoketju kiinni moottorissa (Club.Autodoc.fi, 11.02.2021.)	13
Kuva 6. Kampiakselin hihnapyörän ajoitusmerkki (Rantala 2002, 260.)	15
Kuva 7. Hammashihnan kiristimen löysääminen (Rantala 2002, 260.)	16
Kuva 8. Hihnan pyörimissuunta (Rantala 2002, 260.)	16
Kuva 9. Hihnapyörämerkit ennen hihnan asennusta (Rantala 2002, 261.)	17
Kuva 10. Hihnan kiristimen lukitusmutterin kiristys (Rantala 2002, 261.)	18
Kuva 11. Hihnan kireyden tarkistaminen (Rantala 2002, 261.)	18

1 JOHDANTO

Tässä johdanto-osiossa esitellään syyt, miksi tämä aihe valittiin työn alle. Luvussa käsitellään työn tavoitteita ja sen kokonaisuutta. Tarkoituksena on tuoda esille, mitä työllä halutaan selvittää.

1.1 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena on selvittää yksityiskohtaisesti jakohihnallisten- ja ketjullisten moottoreiden hyötyjä ja haittoja. Tarkoituksena on saada kuluttajalle tarkka syventyminen kumpaankin moottorityyppiin. Pääaiheina ovat kyseisten moottoreiden toimintaperiaatteet, käyttötarkoitukset, huoltokustannukset ja huoltovälit. Autonostan pitäisi tämän työn luettuaan olla helppo päättää, kumpi olisi juuri hänelle sopivampi vaihtoehto.

1.2 työn merkittävyys

Työ on tarkoitettu hyvin laajalle käyttäjäryhmälle, sillä tälläkin hetkellä Suomessa on liikennekäytössä noin 3milj. autoa. Koska kuluttajakunta on niin suuri ja moni puntaroi aiheen parissa, tämän työn luettuaan päätös omasta valinnasta pitäisi olla helppo.

1.3 Työn toteutuksen menetelmät

Työn aluksi esitellään kumpikin moottorityyppi yksityiskohtia myöden, jotta ai-
hetta olisi helpompi ymmärtää. Aion työn edetessä myös haastatella kokenutta
autonkorjaajaa ja kysellä hänen mielipiteitä kummastakin moottorityypistä.

2 JAKOPÄÄN TOIMINTAPERIAATE

Jakopään tehtävä moottorissa on ohjata kampiakselin ja nokka-akselin toimintaa. Ne ohjaavat auton polttokammiossa sijaitsevia venttiileitä avautumaan ja sulkeutumaan. Teknisesti ilmaistuna jakopää huolehtii siis moottorin ajoituksesta. (Autodoc 2021.)

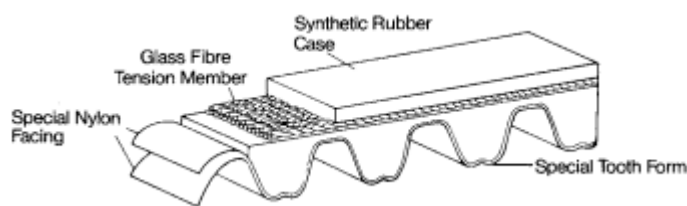
Auton polttomoottorissa sijaitsevien venttiilien täytyy aueta ja sulkeutua oikeaan aikaan sylinterin jokaisen imu- ja pakosyklin aikana. Venttiilien avaamiseen ja sulkemiseen käytetään nokka-akselia ja kampiakselia, joita pyörittää jakoketju tai -hihna. Jakohihnat moottoriteollisuudessa alkoivat yleistymään 1970- ja 1980-luvuilla. hammashihnat valmistetaan yleensä vahvistetusta kumista, ja niiden oikea kireys on todella tärkeää. Myös metalliset jakoketjut ovat yleistyneet kovaa tahtia. Tämä siitä syystä, että niitä välttämättä tarvitse vaihtaa kertaakaan koko ajoneuvon käyttöiän aikana, kuten jakohihnoja, jotka kuluvat ajansaatossa. (Autodoc 2021.)

3 JAKOHIHNA

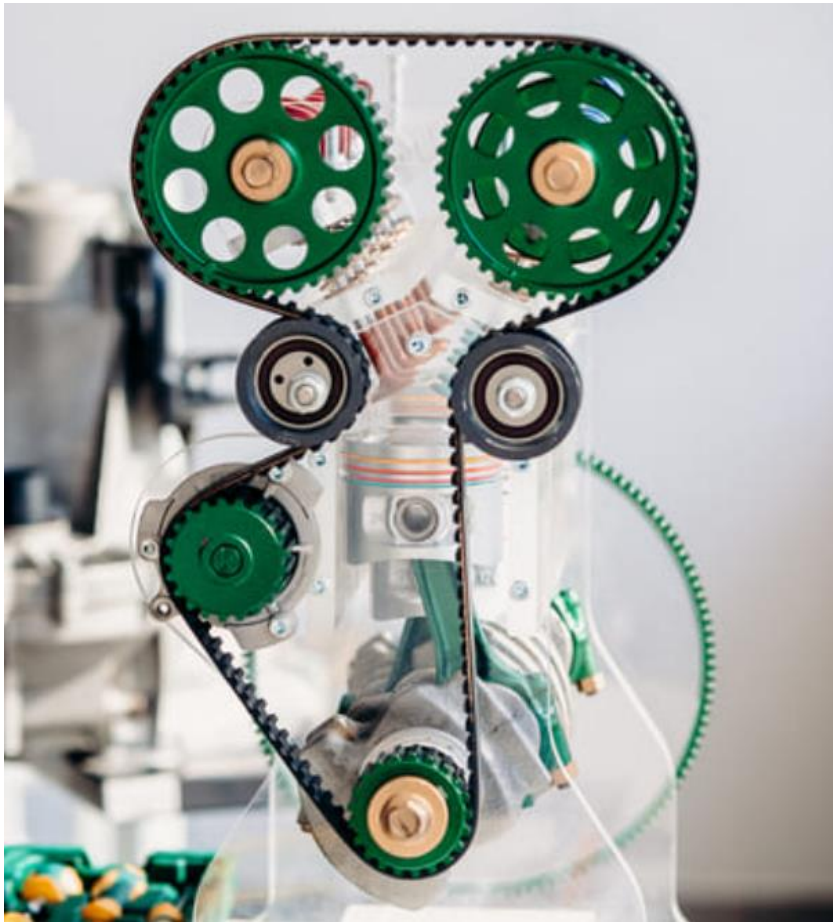
Jakohihnan muotoilu ja rakenne on tyypillisesti kumia, joka koostuu korkean vetolujuuden omaavista kuiduista. hihna on kokonaan valmistettu tukevasta materiaalista, kuten polyuretaanista, neopreenistä tai eri kerroksista hitsatuista uretaanista. Hampaalla voi olla metrinen tai epästandardi jako. Se koostuu kahden vierekkäisen hihnan keskipisteiden välisestä etäisyydestä. (Studentlesson 2020.)

Korkeammissa lämpötiloissa ja öljyn kanssa kosketuksiin joutuessa kumit alkavat hajoamaan. Jakohihnan käyttöikä lyhentyy öljyvuotoisissa ja kuumina käyvissä moottoreissa. Uudemmat ja kalliimmat hihnat ovat valmistettu enemmän lämpöä kestävästä kumeista, kuten erittäin kyllästetystä nitrilistä. myös jäätymisenestoaine ja vesi voivat lyhentää huomattavasti jakohihnan ikää. Suurin osa moottoreista ovatkin hyvin tiivistettyjä juuri tästä syystä. (Studentlesson 2020.)

Vanhempaa teknologiaa olevat jakohihnat kuluvat enemmän huonon hampasmuotoilun vuoksi, sillä niissä on käytetty puolisuunnikkaita hampaita. Nykyään moottorinvalmistajat suosivat uudempia tekniikoita muotoilemalla hampaista käyrät, mikä lisää hihnan ikää ja tekee siitä hiljaisemmän. (Studentlesson 2020.)



Kuva 1. jakohihnan kerrokset = timing chain layers, special nylon facing = erityinen nylonpäällyste, glass fiber tension member = lasikuituinen jännitysosa, synthetic rubber case = synteettinen kumikotelo, special tooth form = erityinen hampastus. (Timing belt online catalogue 2010.)



Kuva 2. Jakohihna kiinnitettyä ja kiristettyä. (Autodoc 2021.)

4 JAKOKETJU

Jakoketju on valmistettu linkityslevyistä, rullista ja tapeista, kuten pyörän ketjutkin ovat. Materiaalina ketjussa on karkaistua terästä kestävyuden ja lujuudentarpeen vuoksi. Valmistajat käyttävät moottoreissa pääsääntöisesti kahdenlaisia ketjuja: Rullaketjuja tai hiljaisia ketjuja. (Timing chain guide 2022.)

4.1 Rullaketju



Kuva 3. 1 = ulompi linkkilevy, 2 = sisempi linkkilevy, 3 = Tappi, 4 = holkki, 5 = rulla. (Timing chain guide 2022.)

4.2 Hiljainen ketju



Kuva 4. 1 = Ohjaava linkki, 2 = levyn takkilinkki, 3 = levyn kääntötappi. (Timing chain guide 2022.)



Kuva 2. Jakoketju kiinni moottorissa. (Autodoc 2021.)

5 JAKOHIHNNAN EDUT JA HAITAT

Jakohihna on vähemmän kestävä kuin jakoketju. Syy tähän on yksinkertaisesti se, että hihnan valmistukseen käytetään metallin sijasta kumiseoksia, toisin kuin ketjun valmistuksessa.

Jakohihnan edut:

- Jakohihnan raaka-aineet ovat edullisia, minkä vuoksi ne eivät maksa paljoa.
- Moottorin hiljainen käyntiäänä ja tärinän vähäisyys.
- Hihnat ovat yleensä valmistettu kestävästä materiaaleista.
- kunnan seuraaminen on melko helppoa.
- Kuluminen aiheuttaa harvoin venymistä.
- Hihnat eivät ruostu.
- Mekaaninen teho on korkea.

(Autodoc 2021.)

Jakohihnan ongelmat:

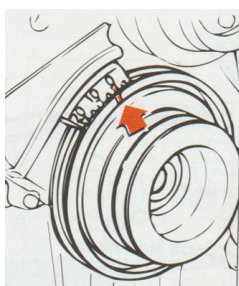
- Melko kallis ja vaikea vaihtaa.
- Ovat kulutusosia, jotka on vaihdettava määräajoin.
- Vaurioituminen tai katkeaminen voi aiheuttaa suuria vaurioita.
- Hihna altistuu tiepölylle ja muille ympäristötekijöille. (Oulun yliopisto 2022. ;Autodoc 2020.)

6 JAKOHIHNNAN VAIHTO

Tavallisesti jakohihna vaihdetaan noin 60 000-100 000km välein. Myös ajallinen vaihtoajankohta on määritelty ajoneuvon kuntohuolto-ohjelmassa. Tätä aikaikkunaa ei saa missään tapauksessa ylittää. Jos jakoremmikotelon avaaminen ei tuota vaikeuksia, kannattaa harkita hihnan kunnan tarkistamista esimerkiksi sallitun kilometrimäärän puolivälissä, eli noin 40-60 tuhannen kilometrin kohdalla. Täten voit mahdollisesti välttää vakavilta venttiili- ja mäntävaurioilta. (Rantala 2002, 260.)

6.1 Jakohihnan irrotus

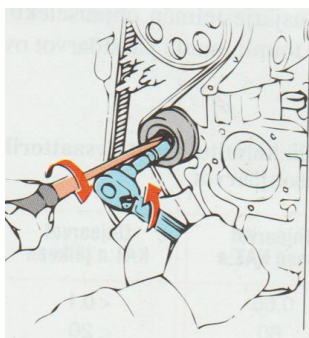
1. Pyöritä kampiakselin hihna- tai vauhtipyörämerkit 1. sylinterin puristustahdin jälkeiseen yläkuolokohtaan (Kuva 6).



Kuva 6. Kampiakselin hihnapyörän ajoitusmerkki. (Rantala 2002, 260.)

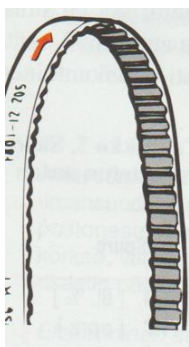
2. Irrota tarvittavat ruuvit, jotta saat jakohihnan kotelon pois paikaltaan. Yleensä täytyy irrottaa ainakin laturinhihnat, sytytystulpat ja hihnakotelon puoleiset alustan roiskesuojat yms.

3. Avaa hihnan kiristimen/kiristimien lukitus ja käännä se löysälle (Kuva7).



Kuva 7. Hammashihnan kiristimen löysäminen. (Rantala 2002, 260.)

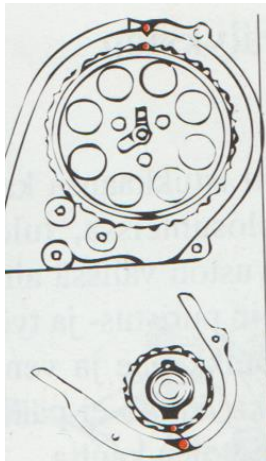
4. Ota hihna irti ja laita sen yläpintaan merkiksi kierto-suunta varsinkin, jos sama hihna asennetaan takaisin (Kuva 8).



Kuva 8. Hihnan pyörimissuunta. (Rantala 2002, 260.)

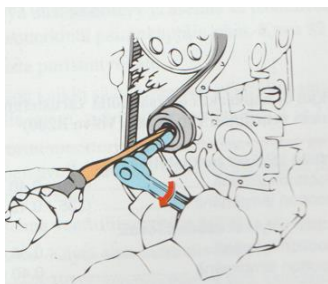
6.2 Jakohihnan asennus

1. Tarkista, että kampi- ja nokka-akselin ajoitusmerkit ovat vastatusten (Kuva 9).



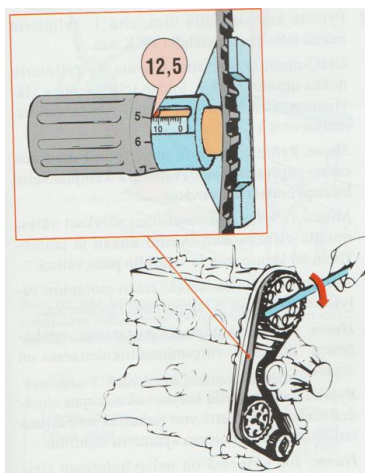
Kuva 9. hihnapyörämerkit ennen hihnan asennusta. (Rantala 2002, 261.)

2. Käännä kiristin/kiristimet sellaiseen asentoon, että hihna asettuu helposti paikalleen. Tarkista myös kiristimen/kiristimien kunto
3. Aseta hihna paikoilleen. Pidä kuitenkin huoli, että seuraavat seikat ovat kunnossa:
 - hihnapyörät ja itse hihna ovat puhtaat esimerkiksi öljystä
 - tarkista hihnan pyörimissuuntaa osoittava nuoli
 - Varmistu, että hihnan vetosivu pysyy asennettaessa kireällä, jotta venttiilien ajoitus ei muutu
4. Löysää kiristimen mutteria ja päästä kiristin painumaan hihnaa vasten (jos se on jousikuormitteinen)
5. kierrä nokka-akselia n.20° pyörimissuuntaan sopivat kireyden aikaansaamiseksi. Tässä kohtaa kaikkien sytytystulppien tulisi olla irrotettuna.
6. Varmista, ettei kiristin siirry ja kiristä sen lukitusmutteri ohjeliukkuuteen. Tarkista vielä tässäkin kohtaa, että hihnapyörien ajoitusmerkit ovat kohdallaan (Kuva 10.) (Rantala 2002, 261.)



Kuva 10. Hihnan kiristimen lukitusmutterin kiristys. (Rantala 2002, 261.)

7. Tarkista hihnan kireys erikoismittalaitteella. (jos sellainen löytyy).



Kuva 11. Hihnan kireyden tarkistaminen. (Rantala 2002, 261.)

8. Asenna takaisin hihnan suojakannet samoilla korjaamokäsikirjan ohjeilla, millä olit irrottanutkin. (Rantala 2002, 261.)

7 JAKOKETJUN EDUT JA HAITAT

Jakoketjun edut:

- Jakoketjut ovat hyvin kestäviä niissä käytettävien materiaalien ansiosta.
- Useimpien valmistajien mukaan jakoketjua ei tarvitse vaihtaa koko moottorin eliniän aikana. Tämä edellyttää, että öljyt vaihdetaan ajallaan ja ne ovat oikeaa laatua.
- vesipumppua ei tarvitse vaihtaa yhtä usein kuin jakoremmin omaavassa ajoneuvossa. Tämä siitä syystä, että jakoketju ei ole liitetty suoraan vesipumppuun.
- Jakoketju ei yleensä veny, toisin kuin -hihna. Koska ketjut on valmistettu metallista, eivät ne muuta pituutta lämmön lisääntyessä.
- Ketjut eivät luista. (Rxmechanic 2023.)

Jakoketjun haitat:

- Jos jakoketju pitää jostain syystä vaihtaa, on se kallis toimenpide. Tämä siitä syystä, että siihen on vaikeampi päästä käsiksi, kuin remmiin.
- Jakoketju tarvitsee voitelua. Sen elinikä riippuu voitelun laadusta, eli öljynpaineesta ja öljyn laadusta. Tämä pätee myös koko moottorin elinikään. (Rxmechanic 2023.)

8 JAKOKETJUN VAIHTO

Ohjeet ovat yleisluontoiset, joten nämä ohjeet eivät päde joka moottoriin. Tutustu ennen toimenpiteen aloittamista huolellisesti ajoneuvosi ohjekirjaan (Autodoc 2021.)

8.1 Jakoketjun irroitus

1. Puhdista aluksi moottori rasvanpoistoaineella.
2. Tarkista sylinterien sytytysjärjestys huoltokirjasta.
3. Irrota akusta navat välttyäksesi sähköiskuilta (aloita miinusnavasta.)
4. Poista jäähdyttimestä korkki ja tyhjennä jäähdytin nesteestä.
5. Löysää kiila- tai moniurahihnan kireyttä ja ota se irti.
6. Poista vesipumppu.
7. Irrota kampiakselin hihnapyörä.
8. Poista jakoketjun suojakoppa irrottamalla kaikki sitä ympäröivät pultit ja kiinnikkeet.
9. tarkista ajoitusmerkkien sijainnit kampi- ja nokka-akselista sekä ketjun merkit. Aseta tämän avulla männät yläkuolokohtaan.
10. Irrota vanha jakoketju. (Autodoc 2021.)

8.2 Jakoketjun asennus

1. Voitele kaikki hammaspyörät.
2. Aseta uusi ketju hammaspyörille ajoitusmerkkejä noudattamalla, jotta se on samassa asennossa kuin vanha ketju.
3. Kiristä ketju oikeaan kireyteen automaattisen ketjunkiristimen avulla, jos sellainen löytyy.
4. vaihda kampiakselin tiivisteet uusiin.
5. Kokoa moniurahihna takaisin paikalleen ja kiristä se tarvittavaan kireyteen.
6. Vaihda vesipumppu mikäli tarpeellista.
7. Täytä jäähdytinnesteet takaisin jäähdytimeen.

8. Tarkista, että kaikki kiinnikkeet ovat kunnolla kiinnitetty ja kiristetty.
9. Laita akunnat takaisin paikoilleen aloittaen plussanavasta.
10. Käynnistä moottori ja tarkista, että mikään paikka ei vuoda öljyä tai jäähdytysnestettä.
11. Käy lopuksi koeajolla jolloin selviää, onko ketjun vaihto onnistunut. (Autodoc 2021.)

9 PÄÄTÖKSEN TEKEMINEN

Kriteeri	Jakohinna	Jakoketju
Raaka-aineet ovat edullisia	+1p	-1p
Moottorin hiljainen käyntiääninen ja värinän vähäisyys	+1p	-1p
kunnon seuraaminen helppoa	+1p	-1p
Vaihdettava määräraajoin	-1p	+1p
Mekaaninen teho on korkea	+1p	-1p
Alttius tiepölylle ja muille ympäristötekijöille	-1p	+1p
Kestävä valmistuksessa käytettävien materiaalien ansiosta	-1p	+1p
Huoltovapaa	-1p	-1p

Vaurioituminen/ katkeaminen voi aiheuttaa suuria vaurioita	-1p	-1p
Luistaminen rat- taiden päällä	-1p	+1p
Yht.	-2p	-2p

(Autodoc 2021 ; Oulun yliopisto 2022 ; Rxmechanic 2023.)

10 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tässä osiossa käydään läpi tämän opinnäytetyön tulokset ja pohdintaa sen onnistumisesta. Lisäksi tarkastellaan työn luotettavuutta.

Opinnäytetyön tekeminen onnistui mielestäni melko kivuttomasti. tähän aiheeseen liittyen löytyi netistä hurja määrä tietoa, sillä aihe on automaailmassa hyvin yleinen.

10.1 Tulosten tarkastelu

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, onko ketju- vai hihnajärjestelmä parempi vaihtoehto moottoreita vertailtaessa. Vaikka opinnäytetyön tarkoituksena olisi mielestäni päästä johonkin tiettyyn ja tarkkaan tulokseen, ei se kuitenkaan tämän työn kohdalla täysin toteutunut. Kysymykseen ”kumpi on parempi?” n mahdotonta löytää yksiselitteistä vastausta. Työn tarkoitus oli silti helpottaa päätöksentekoa, sillä jokaisella kuluttajalla on omat kriteerinsä autoa hankittaessa. Lukijan olisi kuitenkin tarkoitus saada tämän työn luettuaan hyvä perustietämys siitä, mitä kummankin moottorityypin omaavan auton omistaminen vaatii.

10.2 Työn luotettavuus

Työn luotettavuutta olisi lisännyt isompi määrä oikeita tutkimuksia aiheesta. Kirjoista oli helppo etsiä luotettavaa tietoa, mutta harvassa lainaamassani kirjassa oli tarvittavan tarkennettua tietoa aiheesta, vaikka moottoreihin liittyviä kirjoja onkin markkinat pullollaan. Myös netissä on aiheesta valtava määrä tietoa, sillä tämä aihe kiinnostaa ihmisiä. Ongelmana oli se, että suurin osa nettisivustoista oli jonkin sortin keskustelupalstoja, mihin kuka tahansa autoharrastaja voi kirjoittaa, mitä mieleen juolahtaa.

LÄHTEET

Autodoc. 2021. Club.Autodoc. Viitattu 3.4.2023. <https://club.autodoc.fi/magazin/jakoketju-ja-hihna-toiminnot-edut-ja-ongelmat>

Studentlesson. 2020. Viitattu 8.4.2023. <https://studentlesson.com/timing-belt-definition-functions-diagram-working/>

Timing chain guide. 2022. Viitattu 18.4.2023. file:///C:/Users/Antti/Downloads/skf_timing%20brochure_hyper_rev1.pdf

Oulun yliopisto. 2022. Viitattu 23.4.2023. <https://www.sttinfo.fi/tiedote/autojen-jakohihnojen-rikkoutumisen-taustalla-ferrokromikuonan-eli-okto-murskeen-aiheuttama-kuluminen?publisherId=57858920&releaseId=69951049>

Rxmechanic. 2023 . Viitattu 25.4.2023 <https://rxmechanic.com/timing-chain-vs-timing-belt/>

Rantala, J. 2002. Auto ja kuljetusalan perusoppi 6. Viitattu 23.4.2023.