



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Jaani Ala-Ojala

Voimansiirto moottoripyörissä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Ajoneuvotekniikka

Insinöörityö

22.10.2019

Tekijä Otsikko	Jaani Ala-Ojala Voimansiirto moottoripyörissä
Sivumäärä Aika	27 sivua 22.10.2019
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Ajoneuvotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Jälkimarkkinointi
Ohjaajat	Projektipäällikkö Harri Miinin Tutkintovastaava Pertti Ylhäinen
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä tietokokonaisuus moottoripyörän voimansiirrosta kertomalla moottorin voimankulusta ensiövedosta toisiovedolle. Keskeisiä asioita ovat ensiövedon, kytkimen, vaihteiston ja toisiovedon rakenteen ja toimintaperiaatteen kuvaaminen ja tarkastelu. Lisäksi työssä vertaillaan eri vaihteensiirtoratkaisuja ja tarkastellaan toisiovedon eri ratkaisuja.</p> <p>Työ on toteutettu sekä kirja- että internetmateriaaliin pohjautuen.</p> <p>Työn tuloksena syntyi tietokokonaisuus moottoripyörän voimansiirrosta ja voimansiirron komponenttien erilaisista toteutuksista. Työstä käyvät ilmi vaihteensiirtoratkaisujen ja toisiovedon ratkaisujen erot.</p>	
Avainsanat	Voimansiirto, moottoripyörät

Author Title	Jaani Ala-Ojala Transmission in Motorcycles
Number of Pages Date	27 pages 22 October 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive Engineering
Specialisation option	After Sales Engineering
Instructors	Harri Miinin, Project Manager Pertti Ylhäinen, Senior Lecturer
<p>The objective of this Bachelor`s thesis was to create a set of information about motorcycle transmission by introducing the engines path of power from primary drive to secondary drive. The essential elements are describing and inspecting the structures and the working principles of the primary drive, clutch, gearbox and secondary drive. In addition, different solutions of gearshifts are compared and different solutions of secondary drives are observed.</p> <p>The thesis is based on book- and internet materials.</p> <p>As a result of the thesis a set of information about different implementations of motorcycle transmission and its components were created. The differences of gearshift solutions and secondary drive solutions are described in this thesis.</p>	
Keywords	Transmission, motorcycles

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Ensiöveto	2
2.1	Periaate	2
2.2	Rakenne	3
3	Kytkin	5
3.1	Periaate	5
3.2	Rakenne	5
4	Vaihteisto	7
4.1	Periaate	7
4.2	Rakenne	7
5	Vaihteensiirtoratkaisut	12
5.1	Manuaalivaihteisto	12
5.2	Automaattivaihteisto	14
5.2.1	Variaattori	14
5.2.2	Monikytkinjärjestelmä	16
5.2.3	Hydraulinen momentinmuunnin	17
6	Toisioveto	18
6.1	Rengasketju	18
6.1.1	Periaate	18
6.1.2	Rakenne	19
6.1.3	Hyödyt ja haitat	20
6.2	Kardaaniakseli	21
6.2.1	Periaate	22
6.2.2	Rakenne	23
6.2.3	Hyödyt ja haitat	23
6.3	Hammashihna	24
6.3.1	Periaate	24
6.3.2	Rakenne	25
6.3.3	Hyödyt ja haitat	25
	Lähteet	27

1 Johdanto

Voimansiirto on oleellinen kokonaisuus moottoripyörän tekniikkaassa. Voimansiirtoon kuuluu useita komponentteja ja vaiheita, mutta voiman reitti on pääpiirteittäin sama toisiovedon voimansiirtotavasta riippumatta. [1, s. 4.11.]

Voimansiirron ensisijainen tehtävä on siirtää moottorin teho kampiakselilta takarenkaalle ja takareenkaan kautta tiehen. Voimansiirtoon liittyy aina tehohäviö, joka tarkoittaa sitä, että kampiakselilla ilmenevä teho ei tule 100-prosenttisena takareenkaan kautta tiehen asti, koska matkalla kampiakselilta tielle osa tehosta katoaa lämpöenergiana. Tehoa katoaa myös, jos renkaassa ei ole riittävää määrää pitoa, jolloin rengas suti eikä teho välity ajoneuvon tehokkaaseen kiihdyttämiseen, vaan karkaa palaneen kumin muodossa lämpöenergiana. [1, s. 4.11.]

Toisiovedon voimansiirtotapoja moottoripyörissä on käytössä kolmea erilaista: hihnaveto, kardaaniveto ja ketjuveto. Hihnavedossa on käytössä pykälletty hihna, jonka pykäliin rullahihnapyörien hampaat asettuvat. Kardaanivedossa vaihteiston ja takareenkaan navan välillä on metallinen akseli, joka välittää vaihteiston toisioakselin pyörintänopeuden kulmavaihteiden ja kardaaniakselin välityksellä takarenkaalle. Kardaanivetoisuus on tuttu takavetoisista etumoottorisista autoista. Ketjuveto on kaikista yleisin voimansiirtotapa moottoripyörissä. Rullaketjulla toteutetussa toisiovedossa on erinomainen hyötysuhde. Ketjuvetoa näkee käytettävän aina pienistä mopoista suuriin sporttiluokan moottoripyöriin. [2, s. 89.]

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä tietokokonaisuus moottoripyörän voimansiirrosta kertomalla moottorin voimankulusta ensiövedosta toisiovedolle. Keskeisiä asioita ovat ensiövedon, kytkimen, vaihteiston ja toisiovedon rakenteen ja toimintaperiaatteen kuvaaminen ja tarkastelu. Lisäksi työssä vertaillaan eri vaihteensiirtoratkaisuja ja tarkastellaan toisiovedon eri ratkaisuja sekä niiden hyötyjä ja haittoja.

Seuraavissa luvuissa on esitetty moottorin voimansiirron päävaiheet ja komponentit ensimmäisestä vaiheesta viimeiseen. Tiedot on koottu pohjautuen internet- ja kirjamateriaaliin. Opinnäytetyön tekijällä on ajoneuvotekniikan koulutus pohja sekä huoltoneuvojan työkokemusta LänsiAutosta sekä AutoKeskuksesta.

2 Ensiöveto

2.1 Periaate

Moottoripyörän ensiövedolla tarkoitetaan sitä voimansiirtojärjestelmän osuutta, joka välittää pyörimisliikkeen energian moottorin kampiakselilta vaihteistolle. Ensiöveto on nimensä mukaisesti ensimmäisenä elementtinä voimansiirron kulussa kampiakselilta kohti takarengasta. [1, s. 4.3.]

Moottorin sylinterissä tai sylintereissä liikkuvat männät tekevät työtä kampiakselille kiertokankien kautta. Kiertokanki on laakeroitu männän ja kampiakselin väliin mahdollistaen männän ylös-alas-suuntaisen edestakaisen liikkeen muuttumisen pyöriväksi liikkeeksi kampiakselille. Kampiakselin päässä on ensiövedon käyttävä hammasratas, joka muodostaa hammasratasparin ensiövedon käytetyn hammasrattaan kanssa. Käytetty hammasratas on kooltaan suurempi kuin käyttävä hammasratas. [1, s. 4.3.]

Moottoripyörissä on tyypillinen ensiövedon välityssuhde 3:1. Lukemat tarkoittavat siis ensiövedon käyttävän hammaspyörän sekä käytetyn hammaspyörän välistä pyörintänopeutta ja hammaslukua. 3:1-lukema tarkoittaa, että ensiövedon käyttävä hammasratas pyörii kolme kierrosta samassa ajassa, kuin käytetty hammasratas pyörii yhden kierroksen. [1, s. 4.3.]

Kampiakselin pyörintänopeutta siis pudotetaan kolmasosaan liikkeen siirtyessä kampiakselilta vaihteistolle, ja vastaavasti samalla vääntömomentti kolminkertaistuu. Ensiövedon tehtävä on näin ollen saada pyörimisliike kampiakselilta vaihteistolle alentamalla pyörintänopeutta sekä lisäämällä vääntömomenttia. Tästä on se hyöty, että välityssuhdetta ei tarvitse muuttaa enää myöhemmässä vaiheessa, eli kytkimessä, vaihteistossa tai toisiovedossa, niin paljoa kuin muuten olisi tarvinnut. Kytkimen osat pyörivät alemmalla nopeudella sekä lämpenevät vähemmän pyöriessään hitaammin. [2, s. 89.]

2.2 Rakenne

Useimmissa tapauksissa ensiövedo on toteutettu hammaspyörillä, joissa hampaat voivat olla suorat tai vinot. Suorahampaiset hammaspyörät ovat erittäin kestäviä rakenteeltaan ja yksinkertaisuutensa takia edullisempia valmistaa. Niissä on kuitenkin ominaista kova ääni erityisesti verrattuna vinohampaisiin hammaspyöriin. Vinohampaiset hammaspyörät ovatkin saaneet muun muassa sen takia nykyajan moottoripyörissä suuremman suosion. Suorahampaisessa hammaspyöräparissa hampaiden kosketus toisiinsa tapahtuu välittömästi, jolloin 100 prosenttia hampaiden kosketuspinta-alasta ottaa yhteen ja saa aikaan kovempaa ääntä sekä tärinää vaihteistossa kuin vinohampainen hammaspyöräpari, jossa hampaiden kosketuspinnat ovat aluksi pienen pisteen verran kiinni toisissaan ja 100-prosenttinen kosketus tapahtuu pikkuhiljaa. Vinohampainen on tästä syystä hiljaisempi ja toimii pienemmällä tärinällä. Suorien hammasrattaiden kokemaa rasitusta voidaan kuvailla shokiksi tai iskuksi, kun taas vinolla kuormitus on nouseva. [1, s. 4.3.]

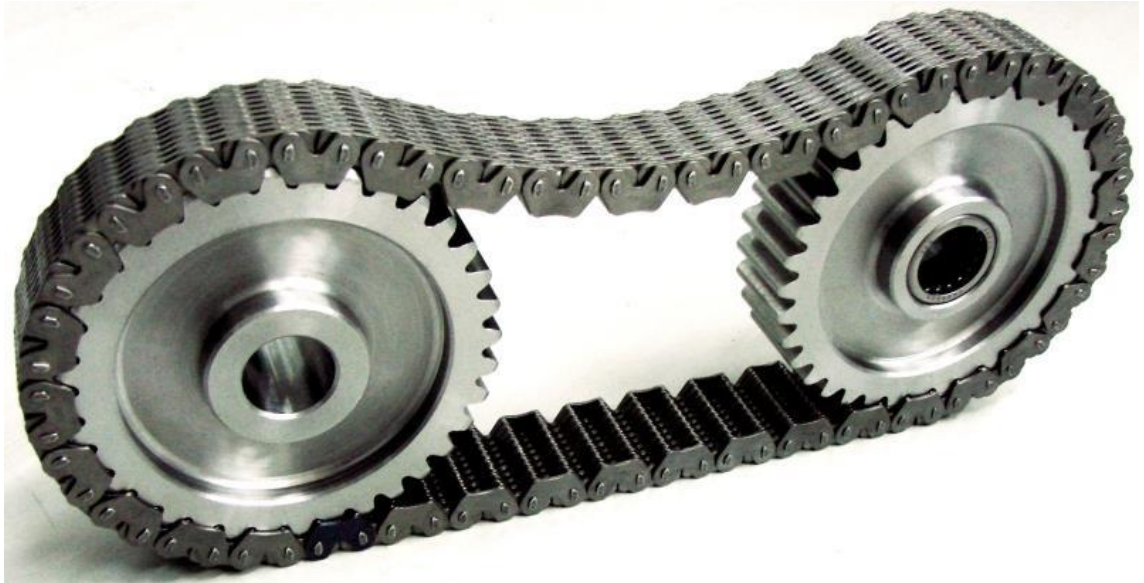
Hammasrattaiden laakereihin kohdistama voima on suurempi vinohampaisissa hammasrattaissa, joten suorahampaiset hammasrattaat pystyvät välittämään yhtäsuuren voiman pienemmällä laakerien rasittumisella. Vinon hammasrattatuksen valmistaminen on kalliimpaa monimutkaisemman ja vaikeamman rakenteen johdosta kuin suorahampaisen. [3]

Ensiövedon käyttävä hammaspyörä on kiinteänä kampiakselissa, joten ensiövedon käyttävän hammasrattaan (kuva 1) pyörintänopeus on sama kuin kampiakselin. Yleisesti käytetty yksikkö pyörimisnopeudelle on revolutions per minute (rpm).



Kuva 1. Ensiövedoa käyttävä hammasratas. Käyttävä hammasratas on kiinni kampiakselissa ja pyörii samaa nopeutta kuin kampiakseli [1, s. 4.2.]

Ensiöveto on mahdollista tehdä myös ketjukäyttöiseksi, mutta tämä menetelmä ei ole käytössä nykypäivänä perinteisillä rullaketjuilla, sillä perinteinen rullaketju ei ole tarpeeksi kestävä välittämään nykyajan moottoripyörien suuria tehoja. Aikoinaan matalatehoisemmissa pyörissä käytettiin ketjua ja tehojen noustessa siirryttiin tupla- ja triplaketjuihin. Joissain moottoripyörämalleissa on nykyisin käytössä kuvan 2 kaltainen HyVo-ketju. Hyvo-ketju on perinteistä ketjua kestävämpi, pyörii matalemmalla kitkakertoimella, on hiljaisempi sekä venyy vähemmän. [4]



Kuva 2. Hy-Vo-ketju. Ketju on rakenteeltaan joukko vierekkäisiä ohjainlevyjä, joiden lävitse kulkee tappi, ja tappien välissä on päätylevyt. [4]

3 Kytkin

3.1 Periaate

Kytkimellä on erittäin merkittävä rooli moottoripyörän ja yleensäkin polttomoottoriajoneuvojen voimansiirrossa, koska kytkimen avulla saadaan katkaistua veto moottorin ja takarenkaan välillä. Kytkin mahdollistaa ajoneuvon pysäyttämisen ilman, että moottoria tarvitsee sammuttaa. Vastaavasti moottorin käynnistämisenkin voi suorittaa ollessaan paikallaan. Kytkin nimensä mukaisesti kytkee vedon päälle ja pois päältä. Kytinkahva on moottoripyörissä kuljettajan vasemmalla kädellä vedettävä ja päästettävä vipu, joka aikaansaa tapahtumaketjun, jossa moottorin voiman kulku takarenkaalle saadaan katkaistua. Kytkin voi toimia joko vaijerilla tai nesteellä. Kaikissa nykyajan moottoripyörissä on kytkin. Poikkeuksen tekevät moposkootterit ja yli 50 kuutiosenttimetrin iskutilavuuksiset skootterit, joissa on käytössä automaattisesti toimiva keskipakoiskytkin. [1, s. 4.3.]

3.2 Rakenne

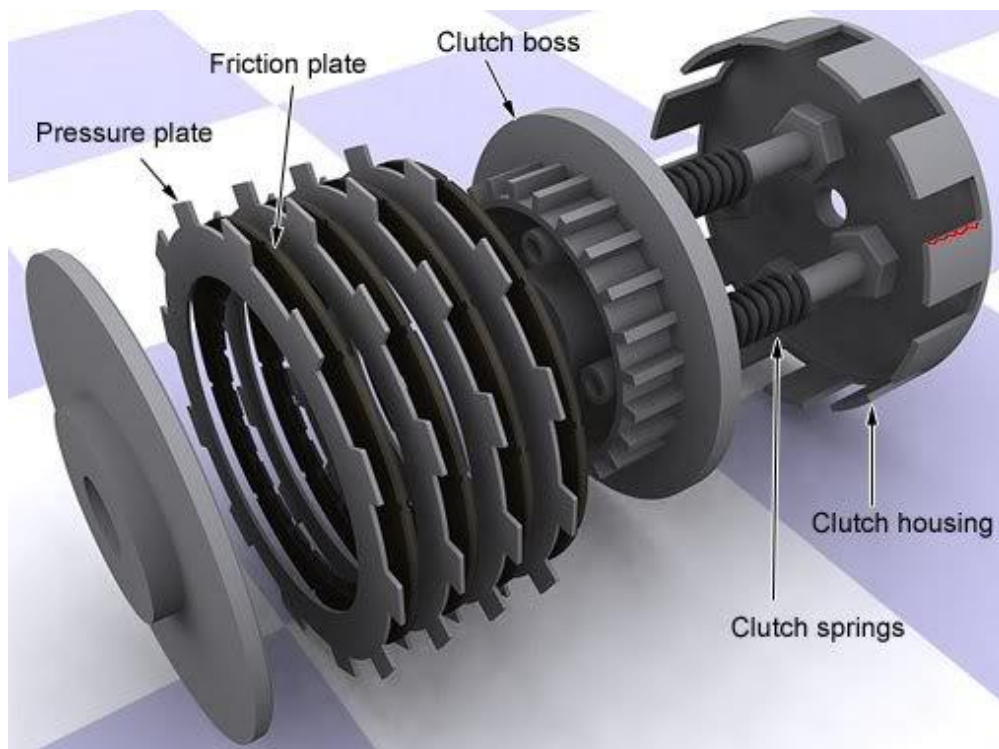
Kytkimessä on monia komponentteja (kuva 3). Kytkin on normaalisti sijoitettu vaihteiston ensiöakselin päähän. Kytkimen kuori on laakeroitu vaihteiston ensiöakselille, ja oleellista on, että se voi pyöriä vapaasti vaihteiston ensiöakseliin nähden mutta on kiinteässä yhteydessä kampiakseliin ensiövedon kautta. Kytkimen kuoren pyörintänopeus on siis aina verrannollinen ensiövedon pyörintänopeuteen, jos ensiövedon käytetty hammasratas pyörii 1/3-nopeudella suhteessa käyttävään rattaaseen, kytkinkuoren nopeus on myös 1/3 ensiövedon käyttävän rattaan pyörintänopeudesta. [1, s. 4.4.]

Kytkinkuoren sisällä on halkaisijaltaan pienempi kytkimen keskiö, joka on kiinteänä osana vaihteiston ensiöakselissa. Kytkimen keskiö- ja ensiöakseli pyörivät siis samaa nopeutta. Kytkimen keskiön ja kuoren välissä on kytkinlevyt, jotka koostuvat kahdentyyppisistä levyistä: joka toinen on karkeapintainen kitkalevy ja joka toinen metallinen välilevy. Levyjen lukumäärä vaihtelee moottoripyörämallista, kytkimen mallista sekä moottorin tehosta riippuen. [1, s. 4.4.]

Jos kytkimen rakenne on liian heikko suhteessa moottorin voimavaroihin, kytkin tulee luistamaan kiihdytyksissä. Kytkimen voimavälityskyky näin ollen riippuu kytkinlevyjen

halkaisijasta, kytkimen jousivoimasta sekä kytkinlevyjen kitkakertoimista. Pääsääntöisesti tarvitaan sitä enemmän kytkinlevyjä, mitä tehokkaampi moottori on kyseessä. Suuremman halkaisijan omaava kytkinlevy myös pitää pienempi halkaisijaista paremmin eli välittää suuremman tehon lävitseen luistamatta. [1, s. 4.4.]

Kuvassa 3 on esitettyä kytkimen rakenne. Painelevy on vastuussa kytkinlevyjen yhteenpuristamisesta sekä vapauttamisesta. Jäykemmällä kytkinjousilla saadaan kohdistettua suurempi puristusvoima painelevylle, joka painaa välilevyjä sekä kitkalevyjä voimakkaammin toisiaan vasten, mikä tarkoittaa paremmin pitävää ja isompaa tehoa sietävää kytkinrakennetta. Kytkinkahvan ollessa normaalissa asennossa (ei alas painettuna), kytkinjouset painavat painelevyä jousivoimalla, joka painaa metallista välilevyä, joka puolestaan painaa vieressään olevaa kitkalevyä kohti seuraavaa välilevyä ja niin edelleen. Kytkinpakka, joka sisältää kitkalevyjä sekä välilevyjä, on siis tässä tilanteessa puristuneena kasaan ja kitkalevyjen pinnat ovat tiukasti kiinni välilevyissä mahdollistaen tehon välittymisen kytkimen kuorelta kytkimen keskiölle. [1, s. 4.5.]



Kuva 3. Kytkimen rakenne oikealta vasemmalle laskettuna: kytkimen kuori, kytkinjouset, kytkimen keskiö, kitkalevyt välilevyineen sekä painelevy [5].

4 Vaihteisto

4.1 Periaate

Vaihteiston keskeisimpänä periaatteena on saada käyttöön sopiva moottorin pyörintänopeus suhteessa kulloiseenkin ajotilanteeseen. Moottoripyörien vaihteistoissa on nykyään enimmäkseen 5- ja 6-vaihteisia vaihdelaatikkoja. [1, s. 4.9.]

Ykkösvaihteen välityssuhde on mitoitettu sopivaksi liikkeelleläähtöä varten, mutta suuria nopeuksia tällä samalla välityssuhteella ei voida ajaa. Tästä syystä mitä suuremman vaihteen valitsee, sitä nopeammin takarengas pyörii samalla kampiakselin pyörintänopeudella eli sitä vähemmän pyörintänopeutta pudotetaan matkalla kampiakselilta takarenkaalle. [1, s. 4.1.]

Eri moottoreissa on eri määrä tehoa ja erilainen tehokäyrä. Tästä syystä vaihteiden lukumäärän tarve on erilainen eri moottoripyörissä. Kun puhutaan korkeakierroksisesta matalaiskutilavuusisesta moottorista, on siinä pääsääntöisesti kapea käyttökelpoinen tehoalue, minkä takia vaihteita tarvitaan jouhevaa ja mukavaa käyttöä varten useampia. [2, s. 90.]

Korkean vääntömomentin omaavat suuri-iskutilavuusiset moottorit pärjäävät pienemmällä vaihteiden lukumäärällä, koska näissä moottoreissa on paljon käyttökelpoista tehoa matalilla kampiakselin pyörintänopeuksilla. Laaja matalille kierroksille ulottuva tehoalue mahdollistaa siis saman vaihteen käytön useammassa eri ajonopeudessa. Mainittakoon kuitenkin, että teho on vääntömomentin ja kierrosluvun tulo, joten vääntävä moottori ei ole välttämättä tehokas. Vastaavasti tehokas moottori ei ole välttämättä vääntävä.

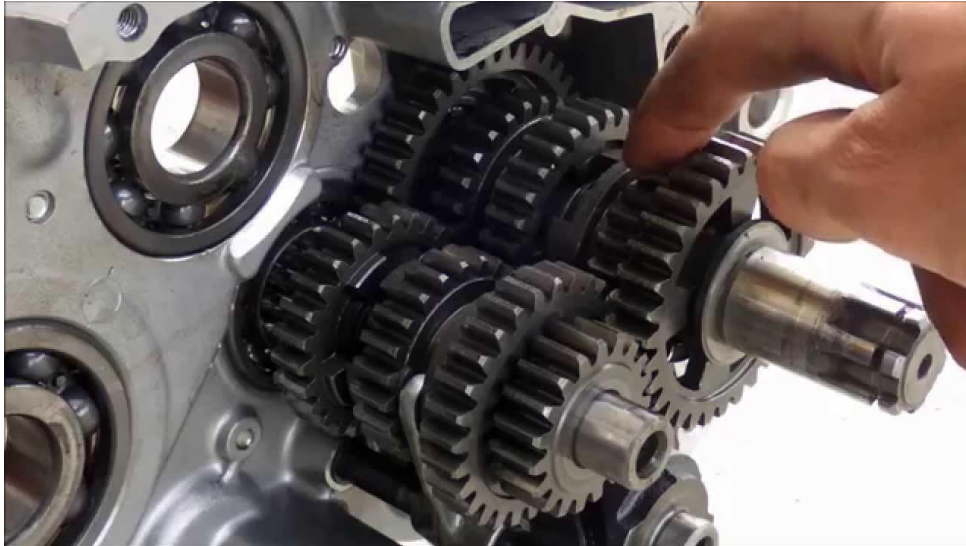
4.2 Rakenne

Vaihteistossa on hammaspyöräpareja, joista kukin edustaa yhtä vaihdetta. Kaikilla hammaspyöräpareilla on eri välityssuhde. Hammaspyöräpareista toinen sijaitsee vaihteiston ensiöakselilla ja toinen toisioakselilla. Ensiöakseli on sama akseli, jota pitkin liike tulee kampiakselilta ensiövedon ja kytkimen läpi. Toisioakseli puolestaan on akseli, jota pitkin liike välittyy toisiovedon kautta takarenkaalle. [2, s. 91.]

Nykyään moottoripyörien vaihteistot toteutetaan siten, että jokainen hammaspyöräpari on jatkuvasti kosketuksessa toisiinsa, eli siitä riippumatta, mikä vaihde on päällä, kaikki hammaspyöräparit pyörivät. Kun valitaan esimerkiksi kakkosvaihde, kyseistä vaihdetta edustavat hammaspyörät lukitaan paikalleen akselille. Kakkosvaihteen hammaspyöräparin hammasrattaista toisen täytyy pyöriä vapaasti akselillaan ennen vaihteen valitsemista, jotta teho kytkeytyy akselilta toiselle joltain muuta hammaspyöräparia pitkin. Oleellista on, että kun siirrytään vaikkapa kakkosvaihteelta kolmannelle vaihteelle, kakkosvaihteen hammaspyöräparin toinen hammaspyörä alkaa pyörimään akselillaan vapaasti, ja samaan aikaan kolmosvaihteen hammaspyöräparin vapaasti pyörivä hammaspyörä lukitaan akselille. Näiden seurauksena kakkosvaihteen hammaspyöräparista teho ei enää välity vaihteiston toisioakselille, vaan välittyminen tapahtuu sen sijaan kolmosvaihdetta edustavasta hammaspyöräparista. [2, s. 91.]

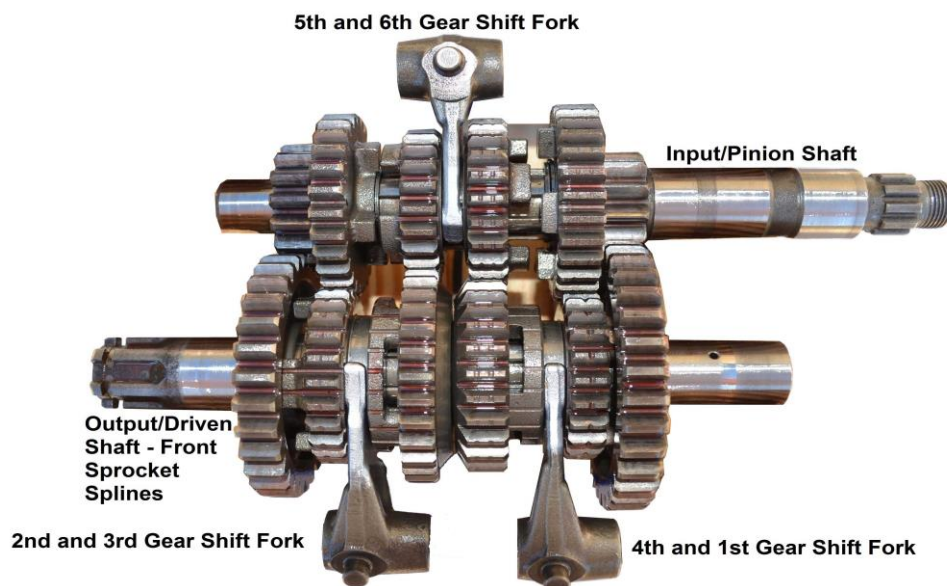
Vapaasti pyörivän hammaspyörän lukkiutuminen akselille tapahtuu siten, että vapaasti pyörivän hammaspyörän viereinen akselilleen lukittu hammaspyörä siirretään vaihdetta vaihtamalla vapaasti pyörivää hammaspyörää kohti, jolloin molempien hammaspyörien kyljissä olevat sakarat kytkeytyvät toisiinsa. Tässä on siis kyse kahden eri vaihteen hammaspyörästä, samalla akselilla olevista hammaspyörästä, jotka ovat vierekkäin. Niistä toisen täytyy olla lukittuna akselilleen, jotta sakaroiden kytkeytyessä hammaspyörien välillä, rattaat alkavat pyöriä akselin mukana ja välittävät liikkeen vastapäätä olevalle hammaspyöräparille. Tämän seurauksena molemmat hammaspyörät ovat lukittuna akseleilleen ja liike välittyy toisioakselille tämän hammaspyöräparin kautta. [1, s. 4.11.]

Kuvassa 4 on vaihteiston ensiö- ja toisioakseli. Akseleissa on hammasrattaita, jotka muodostavat hammasratasperejä. Jokaisella parilla on oma uniikki välityssuhde verrattuna muihin pareihin.



Kuva 4. Vaihteiston ensiö- ja toisioakselin muodostamia hammaspyöräpareja [6].

Kuvassa 5 on havainnollistettu 6-vaihteisen vaihteiston kolme eri vaihteensiirtohaarukkaa.



Kuva 5. 6-vaihteinen moottoripyörän vaihteisto [7].

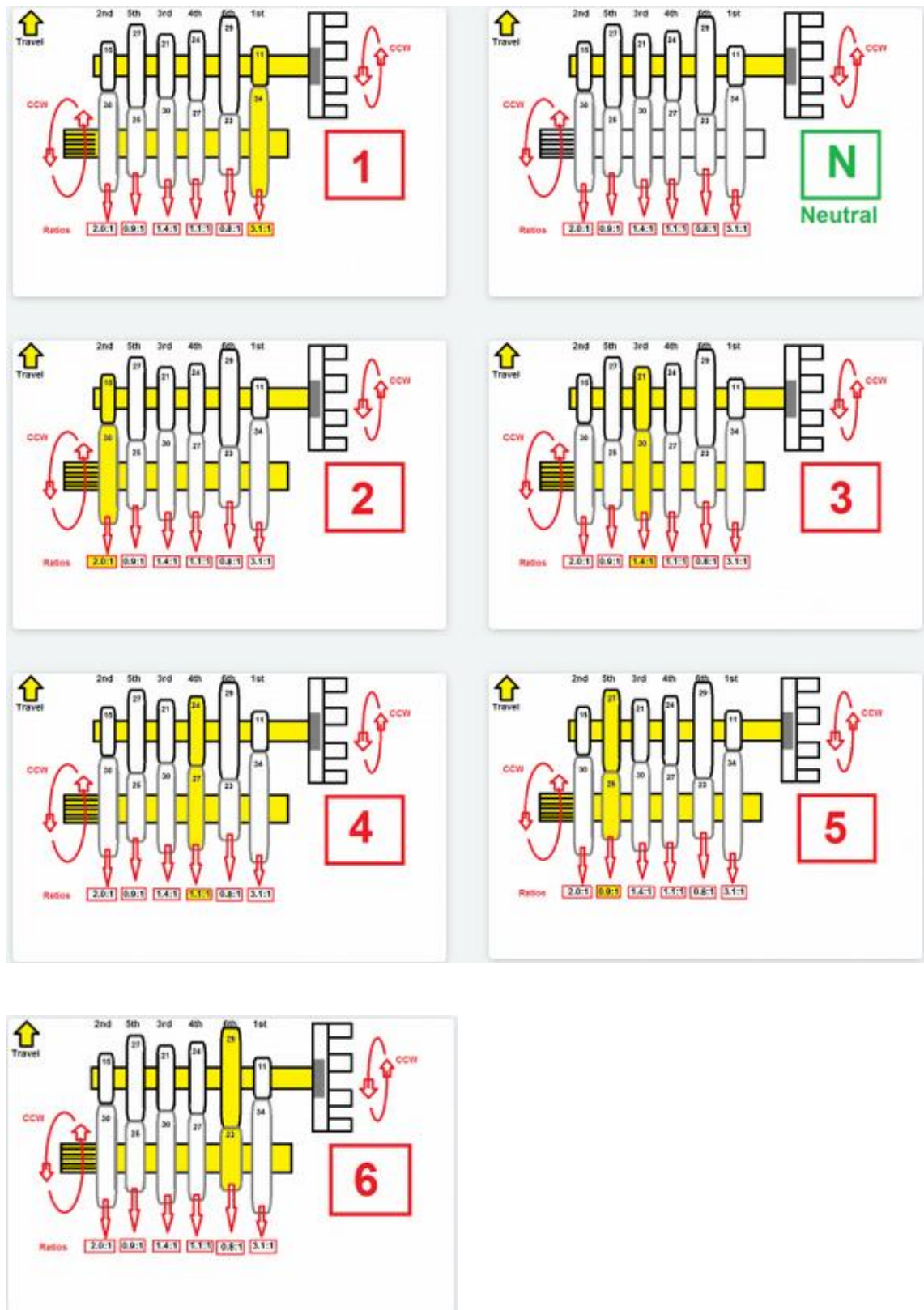
Kuvan 6 oikeassa yläkulmassa sijaitsevassa kuvassa vaihde on asetettu vapaalle (N) tarkoittaen sitä, että vaihteiston ensiöakselin ja toisioakselin välillä olevat kuusi hammasratasparia pyörivät vapaasti. Yhdessäkään hammasratasparissa ei ole

molemmat hammasrattaat lukittuna akselille, vaan toinen hammasratas pyörii vapaasti johtaen siihen, että kampiakselin pyörintänopeus ei välity toisiovedolle. [7]

Vasemmalla yläkulmassa vaihde on kytketty ensimmäiselle vaihteelle. Ensimmäisen vaihteen kytkeytymisestä vastaava vaihteensiirtäjä on liikuttanut vaihdepolkimen liikkeen yhteydessä kuudennen vaihteen hammasratasta sivulle sen verran, että ensimmäisen ja kuudennen vaihteen vierekkäin olevat hammasrattaat ovat pykältyneet yhteen kyljissä olevien sakaroiden osuessaan toisiinsa. Ensiöakselin 11-hampainen ja toisioakselin 34-hampainen hammasratas ovat molemmat lukittuna akseliin, ja näin ollen ensiöakselin pyörimisnopeus välittyy toisioakselille välityssuhteella 34/11. Ensiöakseli pyörii siis hieman hieman yli kolme kierrosta samassa ajassa kun toisioakseli pyörii kierroksen. [7]

Toisen vaihteen kytkeytyessä paikalleen ensimmäisen vaihteen hammaspyöräparista toinen ratas alkaa pyörimään akseliinsa nähden vapaasti vapauttaen ensimmäisen vaihteen. Samaan aikaan toisen vaihteen hammasrattaat lukittuvat akseleilleen saaden aikaiseksi pyörimisliikkeen kulkevan toisen vaihteen hammaspyöräparin kautta pienemmällä välityssuhteella kuin ensimmäisellä vaihteella (30/15). Ensiöakseli pyörii 2 kierrosta samassa ajassa kun toisioakseli pyörii yhden kierroksen. [7]

Sama kaava jatkuu kuudennelle vaihteelle asti. Kuudennella vaihteella ensiöakseli pyörii jo huomattavasti hitaammin kuin toisioakseli (23/29) [7].



Kuva 6. Kaaviot voiman kulusta vaihteiston läpi [7].

5 Vaihteensiirtoratkaisut

Moottoripyörien vaihteistoissa on käytetty erilaisia vaihteensiirtoratkaisuja. Näihin lukeutuu perinteinen ja ylivoimaisesti yleisin manuaalivaihteisto. Lisäksi automaattivaihteistojen erilaisia ratkaisuja ovat variaattori (CVT), monikytkinvaihteisto ja hydraulisella momentinmuuntimella toimiva automaattivaihteisto.

5.1 Manuaalivaihteisto

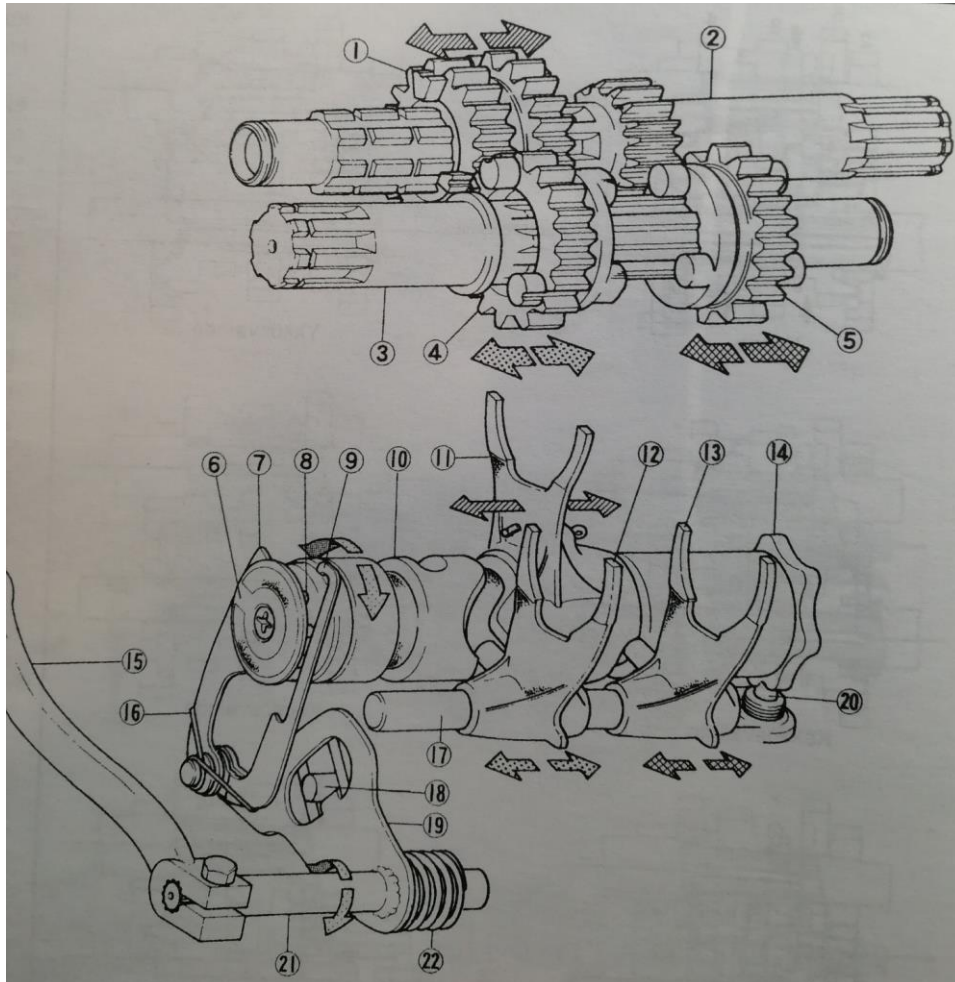
Manuaalivaihteisto (kuva 7) on ylivoimaisesti eniten käytössä oleva vaihteensiirtoratkaisu nykymarkkinoiden moottoripyörissä. Vaihde on kuljettajan valittavissa vaihdepolkimen välityksellä. Vaihdepolkimen käyttö edellyttää vedon irrottamista vaihteen vaihtamisen ajaksi kytkin manuaalisesti aktivoituna.

Manuaalivaihteisessa vaihteensiirtoratkaisussa kuljettajan vasen jalkapöytä liikuttaa vaihdepoljinta ylös tai alas riippuen siitä, halutaanko vaihtaa suuremmalle vai pienemmälle vaihteelle.

Yleisin ratkaisu vaihteiden järjestyksessä on vapaa (N) vaihteesta lukien: 1. vaihde alas, ja loput vaihteet ylös. 1. vaihteelta siirryttäessä 2. vaihteelle, täytyy siis mennä vapaan (N) yli. Vaihdepoljin (15) on kiinnitetty vaihdepolkimen akseliin (21). Akseli tekee jokaisella vaihtenvaihdolla vakio pituisen kiertoliikkeen joko myötä, tai vastapäivään riippuen, vaihdetaanko suuremmalle vai pienemmälle vaihteelle. Vaihdepolkimen akselissa on kiinni jousi (22), joka pitää akselin kiinni valitsinvivussa (19). Valitsinvipu on jousella kiinni valitsinvarressa (7). Valitsinvarsi välittää vaihdepolkimelta alkunsa saaneen liikkeen vaihdepolkimen akselin, ja valitsinvivun kautta valitsinrummelle (10). [1, s. 4.12.]

Valitsinrummussa on yleisimmin kiinni kolme siirtohaarukkaa. Siirtohaarukat liikuttavat ensiö- ja toisioakselissa olevia kiinteitä hammaspyöriä sivuttaissuunnassa, jotta niiden väkäset kytkeytyvät vapaasti pyörivään hammasrattaan väkäsille tarkoitettuihin koloihin, ja näin saadaan aikaiseksi tietyn vaihteen kytkeytyminen. Siirtohaarukkojen sivuttaissuuntainen liike johtuu siitä, että valitsinrumpu kääntyy. Siirtohaarukan toinen pää on kiinni valitsinrummussa ja toinen pää siirrettävän hammaspyörän urassa. Valitsinrummussa tapahtuva siirtohaarukan liike liikuttaa siis täsmälleen yhtä paljon tiettyä hammaspyörää. [1, s. 4.11, 4.12., 4.13.]

Kuvassa 7 näkyy manuaalivaihteisen moottoripyörän vaihteensiirtoratkaisu. Siirtohaarukat (11, 12 ja 13) liikuttavat ensiö- ja toisioakselin kiinteitä hammasrattaita sivuttaissuuntaisesti kytkien päälle halutun vaihteen [1, s. 4.12].



Kuva 7. 3.- ja 4.-vaihteiden hammaspyörät (1), Ensiöakseli (2), Toisioakseli (3), 6-vaihteen hammaspyörä (4), 5-vaihteen hammaspyörä (5), Aluslaatta (6), Valitsinvarsi (7), Valitsintapit (8), Ylivaihdon estovarsi (9), Valitsinrumpu (10), 5- ja 6-vaihteiden siirtohaarukka (11), 2- ja 4-vaihteiden siirtohaarukka (12), 1- ja 3-vaihteiden siirtohaarukka (13), Pidätinnokka (14), Vaihdepoljin (15), Jousi (16), Siirtohaarukoiden akseli (17), Jousen ankkuritappi (18), Valitsinvipu (19), Pidätintappi (20), Vaihdepolkimen akseli (21), Jousi (22) [1, s. 4.12].

5.2 Automaattivaihteisto

Automaattivaihteisto on kaikki eri ratkaisut yhteen laskettuna harvinaisempi vaihteensiirtoratkaisu moottoripyörissä kuin manuaalivaihteisto. Yleisin ratkaisu on portaaton kiilahihnavetoinen variaattorivaihteisto. Variaattori on yleisessä käytössä

skoottereissa. Monikytkinvaihteistoa on käytetty joissain nykymittapuulla katsottuna vanhoissa moottoripyörissä, mutta nykymarkkinoilla niitä ei ole käytössä. Joissain moottoripyörämalleissa on myös käytetty hydraulista momentinmuunninta. [1, s. 4.13.]

5.2.1 Variaattori

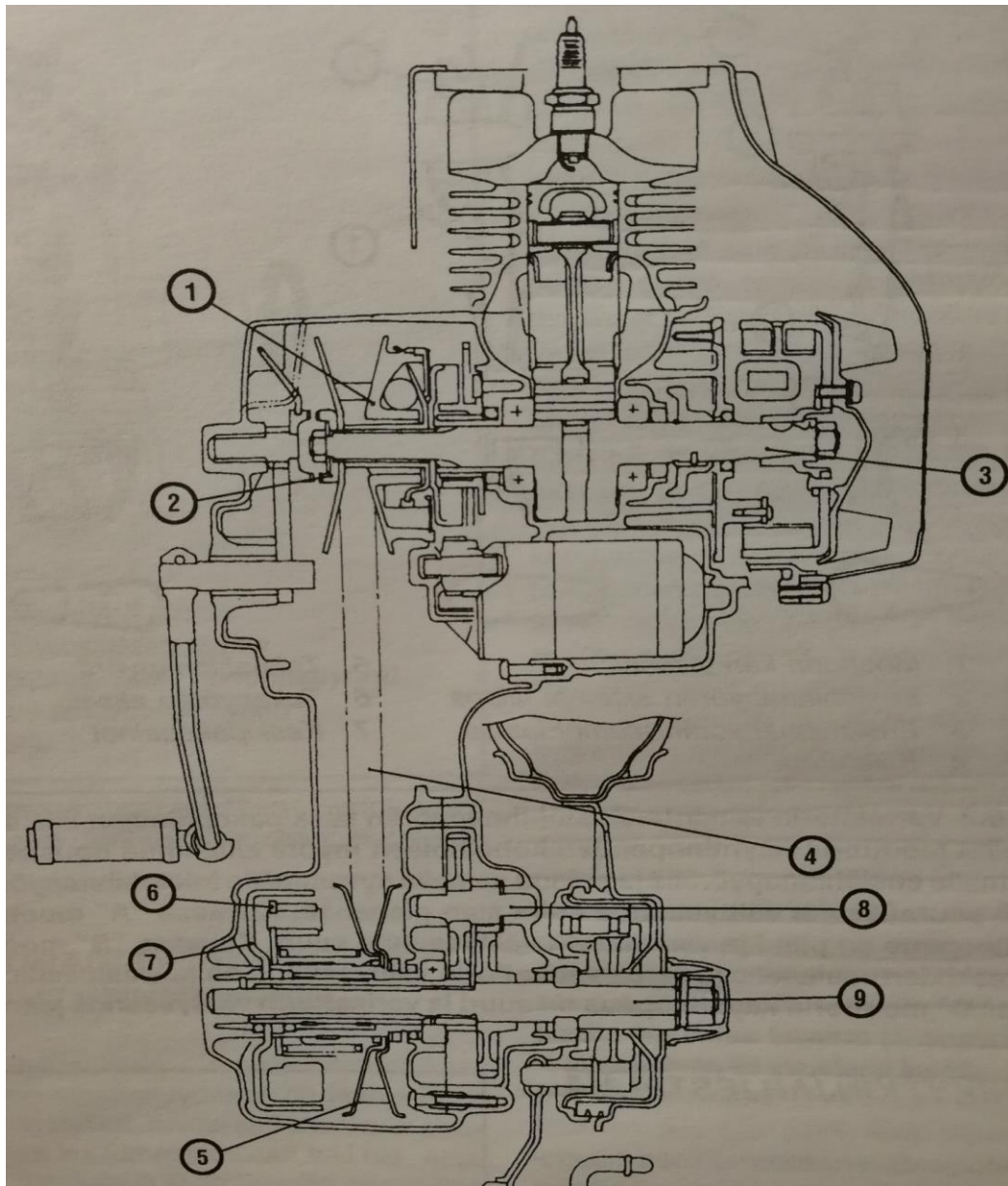
Variaattorivaihteisto (Constantly Variable Transmission "CVT"), on käytössä yleisesti skoottereissa. Rakenteeseen kuuluu kaksi muuttuvahalkaisijaista hihnapyörää (2 ja 5), niiden välissä pyörivä kiilahihna (4), automaattisesti toimiva keskipakokytkin (6) sekä takapyörän yhteyteen sijoitettu alennusvaihteisto (8). [1, s. 4.13.]

Keskipakokytkin sijaitsee joko variaattorin moottorin tai takapyörän puoleisessa päässä skootterimallista riippuen. Alennusvaihteisto on toteutettu hammasrattailla, joten sen välityssuhde on vakio. Alennusvaihteiston toimintaan ei kuljettajalla ole vaikutusta. Alennusvaihteiston ainoana tehtävänä on alentaa takarenkaan pyörintänopeutta suhteessa kampiakselin pyörintänopeuteen kaikissa ajonopeuksissa. Ilman alennusvaihteistoa vaadittaisiin pääsääntöisesti hyvin tehokkaita moottoreita kuljettamaan skootteria eteenpäin, sillä kampiakselin pyörintänopeus olisi matala suhteessa takarenkaan pyörimisnopeuteen. [1, s. 4.13.]

Variaattorivaihteiston molemmat hihnapyörät koostuvat kahdesta laipasta. Käyttävän eli moottorinpuoleisen hihnapyörän halkaisijaa säätää keskipakoismekanismi ja käytetyn hihnapyörän halkaisijaa säätää jousivoima. [1, s. 4.13.]

Kun kampiakselin pyörimisnopeus nousee, ensiöhihnapyörän keskipakopainot liikkuvat ulospäin pakottaen hihnapyörän laipat lähemmäs toisiaan. Tämän seurauksena hihnapyörän halkaisija muuttuu portaattomasti suuremmaksi. Hihnapyörien etäisyys toisistaan pysyy aina vakiona ja kiilahihna on venymätön, ja sen takia ensiöhihnapyörän halkaisijan kasvaessa kiilahihna pureutuu voimakkaammin toisiohihnapyörään, mikä aiheuttaa toisiohihnapyörän laippojen levittäytymisen jousivoimaa vastaan. Toisin sanottuna ensiöhihnapyörän halkaisija kasvaa ja toisiohihnapyörän halkaisija pienenee kampiakselin käyntinopeuden kasvaessa. Kampiakselin käyntinopeuden pienetessä ensiöhihnapyörän halkaisijasta tulee pienempi keskipakoisvoiman pienetessä ja toisiohihnapyörästä suurempi laippojen heikkenevän jousivoiman vastustamisen takia. [1, s. 4.13, 4.14.]

Kuvassa 8 on portaattoman variaattorivaihteiston voimansiirtojärjestelmän rakenne.



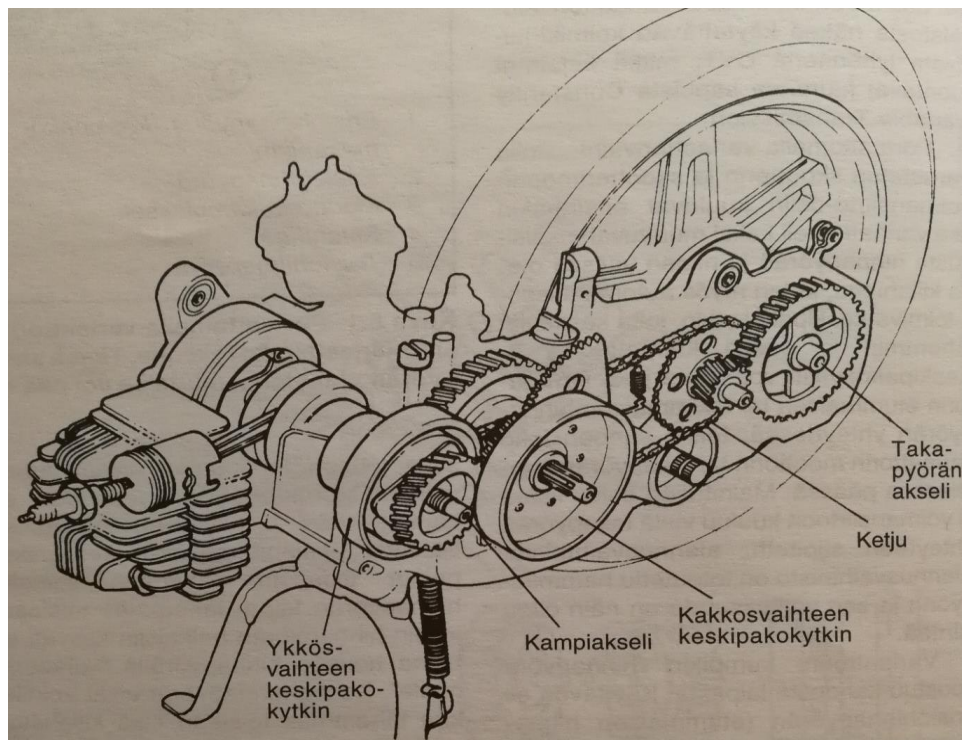
Kuva 8. Ensiöhihnapyörän keskipakomekanismi (1), Ensiöhihnapyörä (2), Moottorin kampaakseli (3), Kiilahihna (4), Toisiohihnapyörä (5), Automaattinen keskipako kytkin (6), Kytkinrumpu (7), Alennusvaihteisto (8), Takapyörän akseli (9) [1, s. 4.13].

5.2.2 Monikytkinjärjestelmä

Käytettäessä vähintään kahta keskipakokytkintä saadaan aikaiseksi monikytkinjärjestelmällä toteutettu automaattivaihteisto. Tätä menetelmää ei näe

nykypäivän markkinoilla myytävissä moottoripyörissä, mutta tätä on käytetty joissain mopoissa sekä skoottereissa. Yksinkertaisessa monikytkinvaihteistossa on kaksi keskipakokytintä, ja tämän takia vaihteitakin on kaksi kappaletta. Ykkösvaihteen keskipakokytin on sijoitettu kampiakselin päähän ja kakkosvaihteen keskipakokytin hieman lähemmäksi takarengasta. [1, s. 4.14.]

Monikytkinjärjestelmän toiminta perustuu siihen, että liikkeelle lähtiessä vain ykkösvaihteen keskipakokytin ottaa kiinni, ja samaan aikaan kakkosvaihteen keskipakokytin pyörii vapaasti, koska se omaa jäykemmät jouset. Kun kampiakselin pyörintänopeus kohoaa tiettyyn arvoon, kakkosvaihteen kytkin ottaa kiinni ja alkaa välittämään voimaa ykkösvaihteen kytkimen sijasta. [1, s. 4.14.] Kuvassa 9 on Monikytkinjärjestelmällä toteutettu automaattinen vaihteensiirtoratkaisu.



Kuva 9. Kahdella keskipakokytkimellä toteutettu automaattivaihteisto [1, s. 4.14].

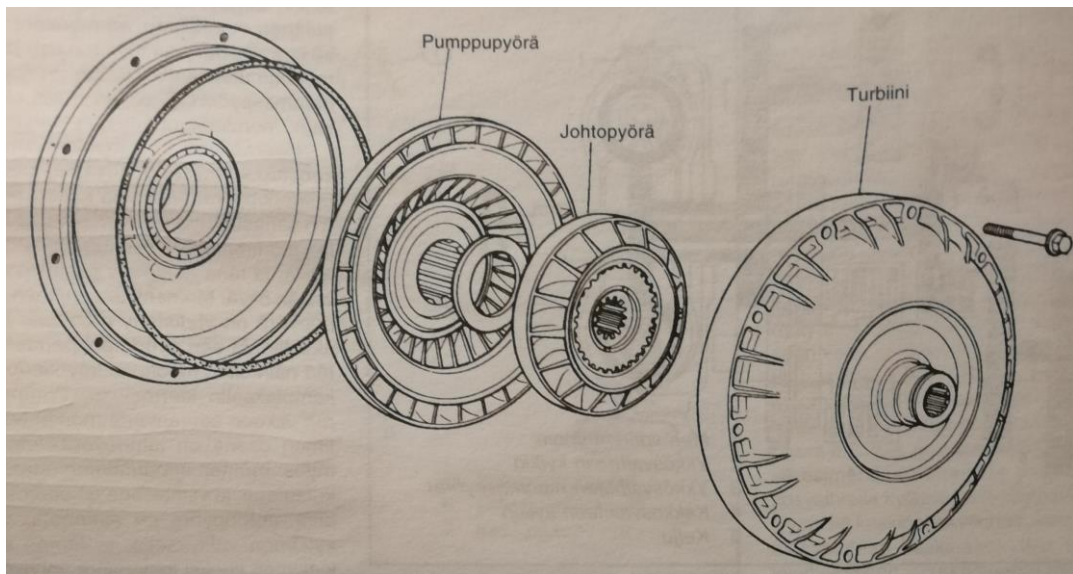
5.2.3 Hydraulinen momentinmuunnin

Hydraulinen momentinmuunnin harvinainen vaihteensiirtoratkaisu moottoripyörissä. Hondalla ja Moto Guzzilla on ollut myynnissä hydraulisella momentinmuuntimella

varustettuja malleja. Momentinmuuntimeen on yhdistetty erisuuruisilla välityssuhteilla varustettuun hammaspyörävaihteisto. [1, s. 4.15.]

Hydraulinen momentinmuunnin koostuu kolmesta komponentista, jotka on esitetty kuvassa 10. Momentinmuunnin on täytetty öljyllä. Pumppupyörä on momentinmuuntimen ensimmäinen osa kampiakselin suunnasta katsottuna, ja se on yhdistetty kampiakseliin, eli sen pyörintänopeus on täysin sama kuin kampiakselin. [1, s. 4.15.]

Kampiakseli pyörittää pumppupyörää, ja kierrosluvun noustessa momentinmuuntimessa oleva öljy virtaa keskipakoisvoiman ansiosta pumppupyörästä turbiiniin. Turbiinilta öljy kulkeutuu takaisin pumppupyörälle johtopyörän kautta. Johtopyörä muuttaa öljyn virtaussuuntaa siten, että pumppupyörän pyöriessä nopeammin kuin turbiini johtopyörän kääntämä öljyn virtaus tehostaa pumppupyörän pyörimistä. Tämän seurauksena vääntömomentti kasvaa momentinmuuntimessa. [1, s. 4.16.]



Kuva 10. Momentinmuunnin purettuna komponentteihin [1, s. 4.16].

6 Toisioveto

6.1 Rengasketju

Ketjuvetoiset moottoripyörät ovat selkeässä enemmistössä, kun katsotaan otantaa kaikista moottoripyörämalleista. Rengasketjulla on hyvä tehonvälityksen hyötysuhde, yksinkertainen rakenne ja helppo ylläpito. [2, s. 91.]

Rengasketjuja käytetään hyvin monenkokoisissa ja erityyppisissä moottoripyörissä. Muunmuassa vaihteelliset 50- ja 125-kuutioiset mopot ja kevytmoottoripyörät ovat poikkeuksetta ketjuvetoisia. 600- ja 1000-kuutioiset Supersport-luokan moottoripyörät ovat myös ketjuvedolla toteutettuja. Ketjuvetoisuutta käytetään vähemmän yli 1000-kuutioisissa moottoripyörissä, mutta harvinaista se ei niissäkään missään nimessä ole. Toisaalta alle 1000-kuutioisissa on myös joitain moottoripyörämalleja, joissa ei käytetä rullaketjua toisiovedon ratkaisuna.

6.1.1 Periaate

Ketjuvetoisessa moottoripyörässä moottorin mekaaninen teho välitetään etuhammasrattaan ja rengasketjun avulla takahammasrattaalle, joka kuvan 11 osoittamalla tavalla on kiinteänä takarengaassa. Etu- ja taka hammasrattaiden hampaiden lukumäärän suhteella on suora vaikutus vaihteiston kokonaisvälityssuhteeseen. Muuttamalla eturatasta pienemmäksi tai takaratasta suuremmaksi vaihteista tulee lyhyempiä eli kampiakselin pyörintänopeus on suurempi moottoripyörän kulkunopeuden pysyessä samana. [1, s. 4.17.]

Päinvastoin muuttamalla eturatasta suuremmaksi tai takaratasta pienemmäksi tulee vaihteista pidempiä eli kampiakselin pyörintänopeus muuttuu pienemmäksi moottoripyörän kulkunopeuden pysyessä samana. Ketjun renkaiden välimatka on sama koko ketjun pituudella, ja hammasrattaiden hampaiden välimatka on myös sama, joten hammasrattaiden suhteiden aikaansaamaa välityssuhde (Final drive) voidaan suoraan laskea kaavalla *takahammasrattaan hammasluku / etuhammasrattan hammasluku*. [1, s. 4.18.]



Kuva 11. Moottoripyörän rengasketju KTM-motocross-pyörässä [8].

6.1.2 Rakenne

Rengasketju koostuu ketjulenkeistä. Sivulevyissä on kaksi pyöreää reikää. Sivulevyjen rei'issä on kiinni tapit, joiden päällä on holkit. Holkkien päällä on rullat. Ketjulenkkien jatkuvuus perustuu siihen, että kaksi perättäistä ketjulenkkiä jakavat keskenään yhden sivulevyn, jossa siis sivulevyn toinen tappi on kiinni ensimmäisessä ketjulenkissä, ja toinen toisessa. Siispä yhdessä ketjulenkissä on molemmilla puolilla kiinni kahden perättäisen sivulevyn toinen tappi. [1, s. 4.17.]

Takarenkaan hammasrattaan sekä vaihteiston toisioakselissa kiinni olevan etummaisena hammasrattaan hampaat osuvat ketjulenkkien rullien väleihin. Etuhammasrattaan kyljessä on kiinni lukkolevy ja mutteri: lukkolevy tulee vaihteiston toisioakselin läpi aivan kuin etuhammasrataskin. Lukkolevy toimii samalla ikään kuin prikkana eturattaan ja mutterin välillä. [1, s. 4.17.]

Ketjun koon määrittävät yhdessä kaksi tekijää: ketjun jako eli vierekkäisten ketjutappien keskipisteiden välinen etäisyys sekä rullien leveys. Tuumamitoitus on standardina

ketjujen kokomerkinissä. Ketjun koko on merkitty kolmimerkkisellä numerosarjalla, esimerkiksi 525. Ensimmäinen numero tarkoittaa ketjutappien väliä kahdeksasosatuumin eli esimerkissä 5/8". Kaksi viimeistä numeroa ilmaisevat rullien leveyttä kahdeksaskymmenesosatuumin, esimerkkitapauksessa siis 25/80". [1, s.4.18.]

O-rengasketjussa on perinteiseen rengasketjuun verrattuna ketjutappien päälle sijoitetut O-renkaat. O-rengas estää lian ja kosteuden pääsemisen ketjun sisään ja auttaa pitämään ketjun sisäisen voitelurasvan valumatta ulos. Tässä on syytä ottaa huomioon, että ketjun sisäisellä rasvalla tarkoitetaan holkeissa ja tapeissa olevaa rasvaa eikä ulkoapäin levitettyä tai ruiskutettua ketjun voitelurasvaa. [1, s. 4.18.]

6.1.3 Hyödyt ja haitat

Ketjujen haittapuoliin lukeutuu ehdottomasti tarve voidella ketjua asiaankuuluvalla ketjuöljyllä sekä puhdistaa ketjua ketjunpuhdistusaineella ennen öljyämistä. Ketjuöljy aiheuttaa väistämättä takavanteen likaantumista, sillä osa öljystä lentää sinne ajossa sekä öljyämistä yhteydessä. [9]

Käytännössä kardaani- ja hihnavetoon verrattuna rullaketjuvetoinen moottoripyörä aiheuttaa lisäkustannuksia moottoripyörän omistajalle ketjuöljyjen sekä vanteenpuhdistusaineiden muodossa. Rullaketjun sopiva kireys vaatii takarenaan täsmällisen etäisyyden toisiovedon etummaisesta hammasrattaasta. Sääto tapahtuu kiristämällä ja löysäämällä säätöpaloja takarenaan molemmin puolin. Käytännössä säätöjen täytyy olla asetettuna samalle etäisyydelle molemmin puolin. Muussa tapauksessa rengas on hieman vinossa, mikä johtaa siihen että takarenaan hammasratas on vinossa suhteessa rullaketjun kulkusuuntaan, ja tämä johtaa rullaketjun ja hammasrattaiden ennenaikaiseen kulumiseen, suurempaan kitkaan, huonompaan tehon hyötysuhteeseen ja jopa ketjujen putoamiseen kesken ajon. [9]

Kardaaniakselilla toteutetussa toisiovedossa ei ole kyseistä säätöä, vaan akseli kiinnittyy aina samaan kohtaan, eikä sitä tarvitse koskaan purkaa. Rullaketjut vaativat säätöä ja ylläpitoa huomattavasti enemmän kuin kardaaniakseli tai rullahihna.

Rullaketjulla on toisaalta useita hyviä puolia, esimerkiksi erittäin hyvä tehon hyötysuhde. Ketjun avulla pystytään välittämään suurempi osa kampiakselilta saatavasta tehosta takarenkaalle kuin kardaanilla, ja puhdistetulla rasvatulla rullaketjulla hyötysuhde on jopa parempi kuin hammashihnalla. [1, s. 4.17.]

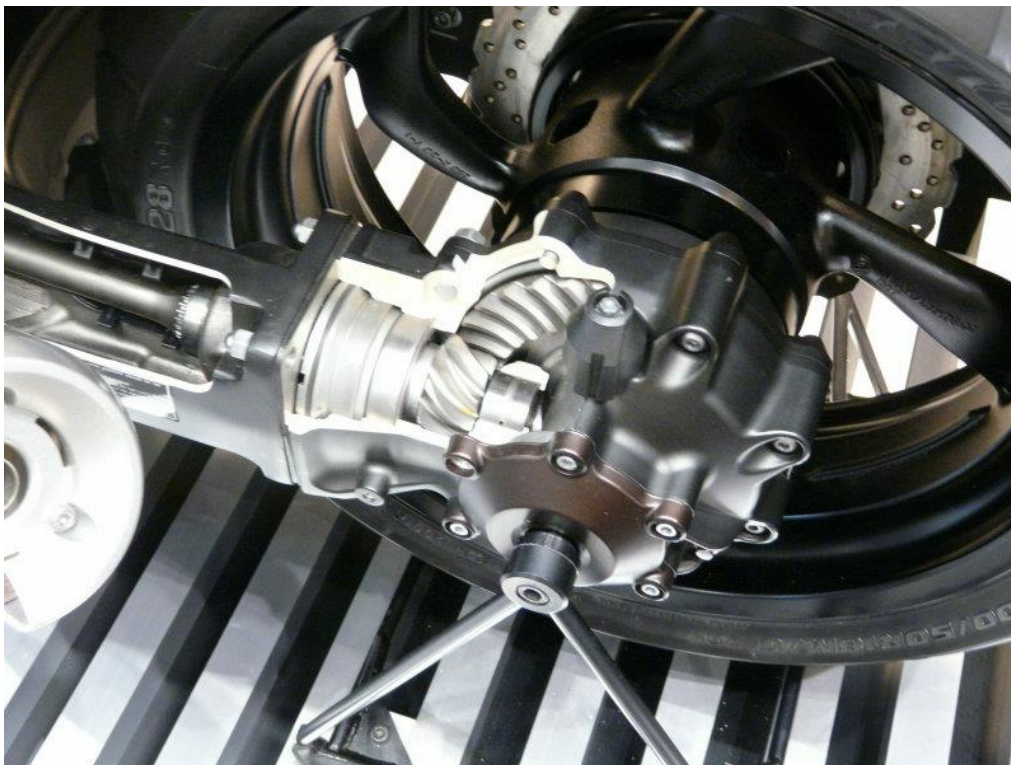
Rullaketju on toteutukseltaan yksinkertainen, mikä tarkoittaa, että sen valmistuskustannukset ovat matalat. Rakenteen painossa rullaketju sijoittuu kardaaniksi ja hammashihnan väliin. Rullaketju soveltuu erittäin monentyyppisiin moottoripyöriin, 50-kuutiosenttimetriseistä mopoista aina yli 1000-kuutiosenttimetriseisiin Supersport-luokan ratamoottoripyöriin. Rullaketjun hyvänä puolena voidaan myös pitää pientä väljyyttä ja viivettä voimansiirron täydessä aktivoitumisessa kytkintä päästettäessä, sillä ketjussa on oikeaoppisesti kiristettynä hieman löysyyttä.

Rullaketjun rakenteen pienestä väljyydestä johtuen ajaminen ja etenään liikkeellelähtö ei tunnu niin töksähtelevältä ja nykivältä kuin kardaanivetoisessa, joka ei puolestaan anna yhtään löysää vaan sen sijaan käyttäytyy on/off-tyylisesti.

6.2 Kardaaniakseli

Kardaanivetoiset moottoripyörät ovat suurimoottorisia ja tehokkaita moottoripyöriä. Kardaaniakseli on perinteisesti käytössä kaikissa takavetoisissa autoissa, joissa on moottori edessä. [1, s. 4.19.]

Kardaaniakseli on rakenteeltaan raskaampi ratkaisu kuin rullaketju tai hammashihna (ks. kuva 12), mutta loistaa huoltovapaudellaan. Kardaaniakseli on metalliputki, joka ei itsessään tarvitse minkäänlaista huoltoa. Ainoa huollontarvekohde kardaaniakselilla toteutetussa toisiovedossa on peräöljyt, jotka tulee vaihtaa itse kunkin moottoripyörämallin valmistajan ilmoittaman kilometrimäärän välein. Käytännössä taka-akselilla on öljytulppa vetoakselin koteloinnin pohjassa ja yläpuolella, joista valutetaan vanha öljy ulos ja kaadetaan uusi sisään. [1, s. 4.19.]



Kuva 12. Kardaaniakseli ja vetopyörästön kulmavaihte kardaaniakselin takapäässä [10].

6.2.1 Periaate

Kardaaniakseli on metallinen putki, jonka etupää on liitetty kulmavaihteella vaihteiston toisioakseliin ja takapää taka-akseliin vetopyörästössä. Edellä mainittu on siis yleisin rakenne. Moottorin ollessa sijoitettu poikittain, on kampiakseli sekä vaihteiston akselit myös poikittain, joka synnyttää tarpeen kahdelle liikkeen suunnanvaihdolle. [11]

Tehohäviöltään pienempi on semmoinen rakenne, jossa moottori on sijoitettu pitkittäin, minkä johdosta kampiakseli sekä vaihteiston akselit pyörivät kardaaniakselin tapaan myös pitkittäissuuntaisesti moottoripyörään nähden. Tällaisessa rakenteessa tarvitaan vain yksi kulmavaihte, ja se on vetopyörästössä taka-akselilla. [1, s. 4.19.]

6.2.2 Rakenne

Kardaaniakselilla toteutetussa toisiovedossa vaihteiston toisioakselin päässä on kulmavaihte, joka muuttaa pyörimisliikkeen kulkusuunnan kardaaniakselin suuntaiseksi. Kardaaniakselin etummainen pää on kiinni tässä kulma-akselissa. Kardaaniakselin takapäässä on myös kulmavaihte, josta voima saadaan käännettyä taka-akselin suuntaiseksi ja näin ollen pyörittämään takarengasta. [1, s. 4.19.]

6.2.3 Hyödyt ja haitat

Kardaaniakselin ehdoton hyöty on sen huoltovapaus ja puhtaus verrattuna rullaketjuun. Kardaania ei tarvitse öljytä tai puhdistaa kuten rullaketjua. Toki hihnaveto on aivan yhtä puhdas menetelmä kuin kardaani. Kardaaniakselille on ominaista rakenteen jäykkyys. [9]

Kun kyseessä on metallinen akseli, jonka molemmissa päissä on kulmavaihteet, ei kardaaniin rakenteessa ole väljyyttä kuten rullaketjussa ketjun löysyyden muodossa tai jokseenkin elastisessa hammashihnassa. On kunkin kuljettajan makuasia, onko jäykkyys hyvä vai huono puoli. Kardaaniavetoinen lähtee heti liikkeelle kytkimen tarratessa kiinni. [1, s. 4.20.]

Kardaaniavedon huonoina puolina on rakenteen painavuus sekä suuri tehohäviö. Tehohäviö on reilusti suurempi kuin rullaketjussa tai hammashihnassa. Koska kardaaniaveto on käytössä enimmäkseen muutenkin raskarakenteisissa maantiekruisailuun ja matkusteluun tarkotetuissa moottoripyörissä, ei sen suurella tehohäviöllä ole moottoripyörien omistajakunnalle niinkään merkitystä. [9]

Useimmissa kardaaniavetoisissa moottoripyörissä voimansiirto vaatii kulmavaihteen sekä vaihteiston toisioakselin päähän sekä vetopyörästölle taka-akselilla. Molemmat kulmavaihteet aiheuttavat kitkaa ja 90 asteen suunnan muutoksen voiman kulussa. Sekä suunnan muutos että kulmavaihteet aiheuttavat tehohäviötä kampiakselilta takarengasalle. Kardaaniakseli on raskaampi kuin hammashihna tai rullaketju, koska siinä on raskasta materiaalia enemmän kuin rullaketjulla tai hammashihnalla toteutetussa toisiovedossa. [1, s. 4.19.]

6.3 Hammashihna

Hammashihnavetoisten moottoripyörien osuus on suhteellisen alhainen. Hammashihnaa käytetään esimerkiksi monissa Harley-Davidson-moottoripyörissä. Nopeissa kyykkymoottoripyörissä sekä motocross-pyörissä hihnavetoisuus ei ole käytössä. [2, s. 91.]

Kymmeniä vuosia sitten useissa moottoripyörissä käytettiin niin sanottua kiilahihnaa välittämään teho takapyörälle. Kiilahihnaisissa moottoripyörissä oli verrattain matalatehoisia moottoreita verrattuna nykyaikaisiin moottoreihin. Pykälletty hammashihna ei luista hihnapyörillä suuremmisakaan tehoissa hammashihnapyörien pykälien ja hammashihnan hammastuksen ansiosta. Periaatteessa hammashihna on hyvin samankaltainen toisiovedon ratkaisu kuin rullaketju. [1, s. 4.20.]

6.3.1 Periaate

Hammashihna on pykälletty hihna, jonka hampaat menevät hammashihnapyörän pykäliin [1, s. 4.20].

Hammashihna on valmistettu Kevlar-kudoksesta, jonka päällä on erityinen vahva kumiseos, jonka päällä puolestaan on nailonpinnoite. Nailonpinnoite on kosketuksissa hammashihnapyöriin. Hammashihnan ja hammashihnapyörien välillä ei pääse tapahtumaan lainkaan luistoa, koska hihnapyörien hammastus sekä hammashihnan pykälyys estää sen aivan samalla tavoin kuin hammasrattaiden hampaat, jotka asettuvat rullaketjun rullien väleihin. [1, s. 4.20.]

Hihnapyörien hammaslukumäärä määrittää toisiovälityksen välityssuhteen aivan samoin kuin rullaketjuvetoisessa toisiovedon ratkaisussa. Jos esimerkiksi vaihteiston hammashihnapyörän eli etummaisena hammaslukumäärä on 20 ja takarengas hammashihnapyörän eli takimmaisena hammaslukumäärä on 40, tällöin takarengas hammashihnapyörä ja näin ollen takarengas pyörä puolikkaalla vauhdilla verrattuna vaihteiston hammashihnapyörään (20/40). [1, s. 4.21.]

6.3.2 Rakenne

Etummainen hammashihnapyörä on kiinnitetty vaihteiston toisioakseliin lukkolevyllä ja pulteilla. Vaihteistossa aktiivisena oleva hammaspyöräpari aikaansaa tietyn pyörintänopeuden vaihteiston toisioakseliin, joka välittää saman pyörintänopeuden etummaiseen hammashihnapyörään. Takarenkaassa on kiinni taaimmainen hammashihnapyörä. Etummainen ja taaimmainen hammashihnapyörä ovat yhteydessä keskenään niiden kautta pyörivän hammashihnan välityksellä. Rakenne on huomattavan leveä verrattuna rullaketjuun. [1, s. 4.21.]

Hammashihnapyörien hampaiden lukumäärien suhde määrittää toisiovedon välityssuhteen. Hammashihnapyörien sivuilla on niin kutsutut sivurenkaat. Sivurenkaiden tarkoitus on ohjata hammashihnaa. Hammashihna on itsessään loistava toisiovedon ratkaisu monilla hyödyillä, mutta se on hauras, jos se pääsee taittumaan. Näin ollen on tärkeää, että hammashihnapyörien rakenne on hyvin suunniteltu sivurenkaita myöten. [1, s. 4.21.]

6.3.3 Hyödyt ja haitat

Hammashihnaa on käytössä melko vähän nykymarkkinoiden moottoripyörissä. BMW:llä on esimerkiksi F800S-mallissa käytössä pykälletty hammashihna. Harley-Davidsonilla on puolestaan useissa malleissaan käytössä tämä voimansiirtomenetelmä. [2, s. 91]

Hihnavetoisesta moottoripyörästä voisi helposti kuvitella, että sen voimansiirtokomponentit eivät tule kestäväseen kovin pitkää elinkaarta tai muutenkaan suurta määrää rasitusta. Todellisuus on kuitenkin toinen: nykyajan hammashihnat ovat rakenteeltaan niin lujia, että eivät juurikaan veny elinkaarensa aikana. [1, s. 4.20.]

Hammashihnan rakenne on kevyempi kuin rullaketju hammasrattaineen tai kardaaniakselilla toteutettu toisioveto metalliakselineen ja kulmavaihteineen. Hammashihnaa ja hammashihnapyöriä ei rasvata tai öljytä kuten rullaketjua. Hammashihna on näin ollen puhdas ja sotkematon rakenne. Hammashihna on kaikista kolmesta toisiovetotavasta myös äänettömin. Tehohäviö on hammashihnassa hieman huonompi kuin uudessa puhtaassa rullaketjussa. Rullaketjun likaantuessa

hammashihnan tehohäviö kuitenkin muuttuu tasaväkiseksi rullaketjun kanssa. Kardaaniakseliin verrattuna hammashihnalla on aina matalampi tehohäviö. [1, s. 4.21.]

Huonona puolena hammashihnassa on sen kestättömyys ja suuri kuluminen, jos hihna pakotetaan liian jyrkälle kaarelle. Toisin sanoen hammashihnapyörät ovat suuria halkaisijaltaan, jotta hihnan kaari olisi maltillinen. Tällöin hihna kestää paljon pidemmän elinkaaren. Lisähyötynä suurista hammashihnapyöristä on se, että rasitus jakautuu useammalle hihnan hampaalle, ja tämä osaltaan vähentää painetta per pinta-alan yksikkö hammashihnassa. [1, s. 4.21.]

Lähteet

- 1 Mauno, Esko. 2002. Moottoripyörän tekniikka. Helsinki: Alfamer Oy.
- 2 Seeney, Alan. 2006. Moottoripyöräkirja: Toinen uudistettu painos. Helsinki: Alfamer Oy.
- 3 Difference between straight bewel gear and spiral bewel gear. Verkkoaineisto. Difference Box. <<http://www.differencebox.com/engineering/difference-between-straight-bevel-gear-and-spiral-bevel-gear/>>. Luettu 13.10.2019.
- 4 Inverted tooth chain (silent chain). Verkkoaineisto. Tsubakimoto Chain Co. <chain-guide.com/applications/1-6-3-inverted-tooth-chain.html>. Luettu 13.10.2019.
- 5 Clutch action not smooth. Verkkoaineisto. matt4x4. <<https://thumpertalk.com/forums/topic/508519-clutch-action-not-smooth/>>. Luettu 13.10.2019.
- 6 How a motorcycle transmission works. Verkkoaineisto. Al's Garage. <<https://www.youtube.com/watch?v=7EMIdGgsQ68>>. Katsottu 6.10.2019.
- 7 Motorcycle transmission – how and why it works. Verkkoaineisto. RRR Tool Solutions. <<http://www.rrrtoolsolutions.com/articles/motorcycle-transmission-how-and-why-it-works/>>. Luettu 6.10.2019.
- 8 Ketjujen puhdistus? Verkkoaineisto. Suzu-ukko. <<http://www.moottoripyora.org/keskustelu/showthread.php/282534-Ketjujen-puhdistus>>. Luettu 30.9.2019.
- 9 Motorcycle chain vs belt vs shaft drive pros cons – which is better? Verkkoaineisto. CycleCruza. <<https://www.youtube.com/watch?v=zPSmSDpVdxs>>. Katsottu 23.9.2019.
- 10 Chains, belts or driveshafts – which is the best motorcycle final drive? Verkkoaineisto. BikesRepublic.com. <<https://www.bikesrepublic.com/featured/chains-belts-or-driveshafts-which-is-the-best-final-drive>>. Luettu 23.9.2019.
- 11 How motorcycles work. Verkkoaineisto. William Harris. <<https://auto.howstuffworks.com/motorcycle2.htm>>. Luettu 16.9.2019.