



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

Moottorikelkan voimalinjan säätö

Erik Korhonen

KONETEKNIikka

Kandidaatintyö

2022

TIIVISTELMÄ

OPINNÄYTETYÖSTÄ Oulun yliopisto Teknillinen tiedekunta

Koulutusohjelma (kandidaatintyö, diplomityö) Konetekniikan koulutusohjelma		Pääaineopintojen ala (lisensiaatintyö)	
Tekijä Korhonen, Erik		Työn ohjaaja yliopistolla Salakka J, Yliopisto-opettaja	
Työn nimi Moottorikelkan voimalinjan säätö			
Opintosuunta Koneensuunnittelu	Työn laji Kandidaatintyö	Aika Joulukuu 2022	Sivumäärä 30
<p>Tiivistelmä</p> <p>Työn tavoitteena on selvittää moottorikelkan voimalinjan komponenttien vaikutus moottorikelkan ajettavuuteen ja ajo-ominaisuuksiin. Pyritään selvittämään moottorikelkan voimalinjan rakenne sekä perustoiminta. Lisäksi pohditaan yksittäin voimalinjan erilaisten komponenttien toiminta, päätehtävät, säätömahdollisuudet sekä niiden vaikutus kelkan käyttäytymiseen.</p> <p>Työn ensimmäisissä kappaleissa esitellään moottorikelkkailua yleisesti, kappaleissa kolme ja neljä kerrotaan moottorikelkan toiminta sekä käydään läpi moottorikelkan voimalinjan säätömahdollisuudet. Viimeisenä yhteenveto työstä.</p>			
Muita tietoja			

ABSTRACT FOR THESIS

University of Oulu Faculty of Technology

Degree Programme (Bachelor's Thesis, Master's Thesis) Mechanical engineering		Major Subject (Licentiate Thesis)	
Author Korhonen, Erik		Thesis Supervisor Salakka J, University teacher	
Title of Thesis			
Major Subject Machine design	Type of Thesis Bachelor's thesis	Submission Date December 2022	Number of Pages 30
<p>Abstract</p> <p>The goal of this bachelor's thesis is to find out the effect of snowmobile powerline components on snowmobile drivability and driving characteristics. We are trying to find out the structure and basic operation of the power line of the snowmobile. In addition, the operation of the various components of the power line, the main tasks, adjustment possibilities and their effect on the behavior of the sled are considered individually.</p> <p>The first chapters of the work introduce snowmobiling in general. Chapters three and four explain the operation of the snowmobile and go over the adjustment possibilities of the snowmobile's power line. At the end there is a summary of the work.</p>			
Additional Information			

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

1 Johdanto	5
2 Moottorikelkkailu	6
2.1 Moottorikelkkatyypit	7
2.1.1 Reittikelkat	7
2.1.2 Syvänlumenkelkat	7
2.1.3 Crossover-kelkat	8
2.1.4 Hyötykäyttö-kelkat	8
2.2 Moottorikelkkailu lajina	8
2.2.1 Snowcross	8
2.2.2 Enduro	9
2.2.3 Reittikelkkailu	9
2.2.4 Syvänlumen kelkkailu	9
2.2.5 Vesikelkkailu	10
3 Moottorikelkan toiminta	11
3.1 Moottorikelkan ulkoinen rakenne	11
3.2 Moottorikelkan voimalinjan rakenne ja toiminta	11
4 Voimalinjan säätö	15
4.1 Variaattorit	15
4.1.1 Kytkin	16
4.1.2 Variaattori	19
4.2 Ketjukotelo	22
4.3 Vetoakseli ja telamatto	24
4.4 Komponenttien vaihdon vaikutus	26
5 Yhteenveto	28

LÄHTEET

1 JOHDANTO

Työn aiheeksi valikoitui moottorikelkan voimalinjan säätö osittain kahdesta syystä, aiheesta ei oikein löytynyt koottua, selkeää katsausta minkä avulla aiheeseen voisi perehtyä. Toisena syynä halu perehtyä syvemmin todella upean harrastuksen välttämättömään välineeseen, moottorikelkkaan.

Tavoitteena oli perehtyä moottorikelkkailulle ominaisiin ajoympäristöihin, sekä niiden moottorikelkalle luomiin vaatimuksiin. Tästä päästiin syvemmälle moottorikelkan voimalinjan komponenttien rakenteeseen, toimintaan ja säätömahdollisuuksiin. Lähtökohtana työlle oli selvittää, miten saada moottorikelkasta hieman enemmän irti ajoympäristön painottuessa muualle kuin tasaisesti kaikkialle. Työssä käytettiin esimerkkinä yleisesti käytössä olleita BRP-konsernin kaksitahtisia moottorikelkkoja, missä TRA-mallin kytkin sekä QSR-variaattori. Työn tulokset siis pohjautuvat kyseisiin malleihin, mutta teoria on sovellettavissa myös muunlaisiin moottorikelkkoihin.

Työ rajattiin nimenomaan voimansiirtoon kampiakselilta eteenpäin, joten mahdollisia moottorin säätöjä ei huomioitu. Työn tuloksiksi odotetaan vastauksia esimerkiksi kysymyksiin, miten saada kelkan ylikiertäminen loppumaan tai mistä saada lisää vääntöä telamatolle.

2 MOOTTORIKELKKAILU

Moottorikelkkailu on talvella harrastettava moottoriurheilulaji, jossa ajetaan telavetoisella ajoneuvolla lumella. Moottorikelkkaa ohjataan teoriassa suksia kääntämällä haluttuun kulkusuuntaan. Moottorikelkkailua voidaan harrastaa kelkkailureiteillä sekä -urilla. Suomesta löytyykin jopa 20 000 km verran moottorikelkalle luvallisia polkuja. Lisäksi lajia voidaan harrastaa umpihankikelkkailuna reitin ulkopuolella, tähän kuitenkin vaaditaan Suomessa aina maanomistajan lupa. (Metsähallitus, 2022)

Tyypillinen moottorikelkkailija ajaa moottorikelkalla reitillä tai uralla (kuva 1, Tihinen J-P, 2022), näillä suurin sallittu nopeus on 60 km/h, jääpeitteisellä alueella reitin ulkopuolella saa ajaa 80 km/h. (Liikenneturva, 2022) Reittien ja urien kunto vaihtelee suuresti, saattaa olla niin sanottua turisti- tai kuplavolkkaripattia, tai sitten nelostietä, eli erittäin epätasaisesta ja kuoppaisesta reitistä erittäin tasaiseen ja hyvin hoidettuun. Huonommilla reiteillä vaaditaankin niin kuljettajalta, kuin kelkaltakin, oikeita ominaisuuksia jotta nopeat siirtymät laavulta toiselle onnistuvat mukavasti.



Kuva 1. Moottorikelkkailija hyväkuntoisen kelkkareitin varrella.

2.1 Moottorikelkkatyypit

Moottorikelkkoja on useita erilaisia käyttötarkoituksen mukaan, on lyhyitä ja ketteriä reittikelkkoja, pitkiä umpihangen vuoristokelkkoja, raskaampia työkelkkoja, taloudellisempia touring-kelkkoja sekä näiden ”risteytyksiä”. Vaikka moottorikelkkoja on useita erilaisia, niiden kaikkien rakenne on samantyyppinen kuin kuvassa 2 (Wildnordic, 2022). Erot tehdään pääasiassa voimalinjalla, telamaton pituudella sekä iskunvaimennuksella. Myös varustelutasoissa voi olla eroja, esimerkiksi touring-kelkassa on yleensä kaksi istumapaikkaa, kun taas urheilullisissa moottorikelkoissa yksi. (Bombardier Recreational Products, 2022)

2.1.1 Reittikelkat

Reittikelkalla tarkoitetaan yleensä lyhyttelaista urheilukelkkaa, jolla pääasiallinen ajo tapahtuu moottorikelkkareitillä tai -uralla. Tyypillisiä piirteitä nykyaikaiselle reittikelkalle on pikasäädettävät iskunvaimentimet, lyhyt noin 120”-130” telamatto, kevyt kaksisylinterinen kaksitahtimoottori, sekä leveä keula mikä mahdollistaa nopeammin mutkaan ajamisen kelkan kaatumatta ulkokaarteeseen päin. Tällainen moottorikelkka painaa noin 250 kg, mutta niissä on kuitenkin jopa 120 kW tehoa. (Bombardier Recreational Products, 2022)

2.1.2 Syvänlumenkelkat

Syvänlumenkelkoilla ajo tapahtuu reitin ulkopuolella, metsässä, tuntureilla, vuoristossa. Tällaiselta moottorikelkalta vaaditaan myös kykyä edetä syvässä lumessa, joten pitkä telamatto korkealla harjalla on lähes välttämättömyys, telamatto saattaa olla jopa 175 tuumaa eli lähes 4.5 m pitkä. Näissä kelkoissa iskunvaimennus ei välttämättä ole aivan samalla tasolla kuin urheilullisessa reittikelkassa, mutta pehmeässä lumessa ajettaessa lumi jo itsessään vaimentaa hyvin hyppyjä ja kuoppia. Syvässä lumessa pitkällä telamatolla ajaminen vaatii moottorilta paljon voimaa, eikä näissä kelkoissa yleensä nähdä kuusisataa kuutioisia kaksitahtimoottoreita. Yleensä moottorina toimii 800–850 cm^3 kaksitahtimoottori, tai jopa turbolla varustettu yli 1000 cm^3 nelitahtimoottori. Syvänlumenkelkoissa keula on kapeampi kuin reittikelkoissa. Kääntäminen ei tapahdukaan ohjaustankoa haluttuun kulkusuuntaan kääntämällä vaan umpihangessa

vasemmalle käännettäessä käännetään suksia hieman oikealle ja samalla kallistetaan kelkkaa haluttuun kulkusuuntaan, tässä tapauksessa siis vasemmalle. (Bombardier Recreational Products, 2022)

2.1.3 Crossover-kelkat

Crossover kelkalla tarkoitetaan puolipitkää kelkkaa, reitti- ja syvänlumenkelkan risteytystä. Tällainen moottorikelkka on kompromissi näiden kahden väliltä, ja ajaminenkin tapahtuu yleensä sekä reiteillä, että umpihankeen puolella. Crossover kelkkakin voi olla kuitenkin painotettu joko reitille tai umpihankeen päin. Nämä valinnat näkyvät iskunvaimennuksessa ja telamaton mitoissa. Tyypillinen crossover kelkka on säädettävillä iskunvaimentimilla varustettu, ja omaa esimerkiksi 146” pitkän telamaton. (Bombardier Recreational Products, 2022)

2.1.4 Hyötykäyttö-kelkat

Hyötykäyttö kelkalla tarkoitetaan rauhallisempaan ajoon tehtyä esimerkiksi touring-kelkkaa. Näillä hoituu työnteko ja rauhallinen retkeily. Näissä moottorina tavallisesti taloudellisemmat vaihtoehdot, matalampi tehoisia kaksitahtimoottoreita tai vapaasti hengittäviä nelitahtikoneita. Usein variaattorin lisäksi myös erillinen vaihteisto, mistä saa välityksiä muutettua lyhemmäksi kovan työsuorituksen niin vaatiessa. (Bombardier Recreational Products, 2022)

2.2 Moottorikelkkailu lajina

Moottorikelkkailu tunnetaan yleisesti lajina, jossa ajetaan telavetoisella moottoriajoneuvolla lumipeitteisessä maastossa. Laji voidaan kuitenkin jakaa toisistaan erilaisiin suuntauksiin, riippuen siitä, kilpaillaanko vai ei, ajetaanko syvässä lumessa, hoidetulla reitillä, hoitamattomalla reitillä, crossiradalla vai jopa veden päällä.

2.2.1 Snowcross

Snowcross on moottorikelkkailun kilpailulaji, jossa ajetaan lyhyehköä rataa useita kierroksia, ja nopein kuski voittaa. Rata on usein jäädytetty, eli kova, kuitenkin päällä lumikerros. Radalla on ylä- ja alamäkiä, tiukkoja mutkia sekä hyppyjä. Lajin luonne on vauhdikas ja yksikin isompi virhe saattaa vaikuttaa lopputulokseen. (Suomen moottoriliitto, 2022)

2.2.2 Enduro

Moottorikelkkaendurossa on koetuksella sekä kelkka, että kuljettaja. Endurokilpailussa ajetut reitit ovat jopa 100 km pitkiä, ja kisat saattavat kestää parikin päivää. Reitit ovat hoitamattomia, joten endurokilpailu testaa kelkan ja kuskin kykyä ajaa määrättyissä olosuhteissa pidempiä pätkiä. (Suomen moottoriliitto, 2022)

Moottorikelkkasprint on moottorikelkkaendurosta kevyempi versio. Jonka tarkoituksena on hieman tutustuttaa kelkkailijoita moottorikelkkakilpailuihin. Unohtamatta kuitenkin kuskin ja kelkan pistämistä koetukselle. (Suomen moottoriliitto, 2022)

2.2.3 Reittikelkkailu

Reittikelkkailu on tavanomaisin tapa tutustua moottorikelkkailumaailmaan, siinä ajetaan pääosin reittikäyttöön suunnitellulla kelkalla hoidettuja reittejä tai uria pitkin. Reittikelkkailijoita on myös moneen jakoon, toiset ajavat lyhyttelaisilla, hyvät iskunvaimennusominaisuudet omaavilla kelkoilla metsässä niin lujaa kuin uskaltavat, nopeusrajoitukset tietysti huomioiden. Nopeassa reittiajossa vähänkään huonommalla reitillä ei voi välttyä hypyiltä eikä muilta yllättäviltä tilanteilta. Toinen ääripää taas on pienitehoisella kaksipaikkaisella touring-kelkalla rauhallisesti maisemien katseluun ja makkaranpaistoon lähtijät.

Moottorikelkkauria ja -reittejä on Suomessa todella monitasoisia. Jotkut reitit hoidetaan rinnekoneen tapaisella tampparilla päivittäin, kun taas toiset ovat vain hoitamattomia kapeita polkuja, missä tarvitaan kuitenkin maanomistajan lupa reitillä ajamiseen.

2.2.4 Syvänlumen kelkkailu

Syvänlumenkelkkailu tapahtuu nimensä mukaisesti syvässä lumessa, reittien ja teiden ulkopuolella. Suomessa tähän tarvitsee aina maanomistajan luvan. Metsähallitus tarjoaa Suomessa muutamia kelkkailun freeride-alueita, joiden sisällä saa vapaasti ajaa myös reittien ulkopuolella. (Metsähallitus, 2022). Yleensä syvänlumenkelkkailijat etsivät rinteitä, mäkiä ja monttuja missä saadaan kuljettajan ajotaidot ja kelkan etenemiskyvyt koetukselle.

Vuoristossa kelkoilla saatetaan nousta satoja metriä pitkiä jyrkkiä mäkiä, joissa kelkalla kaatuminen saattaa johtaa kelkan hallitsemattomaan pyörimiseen rinteen pohjalle, joten

kuskin täytyy olla tietoisena siitä, mitä tekee. Myöskään kymmeniä metrejä pitkät hypyt eivät ole tavattomia vuoristossa kelkkailijoiden keskuudessa.

Syvässä lumessa kelkkailevalle tulee myös lapiointi varmasti tutuksi, lunta ollessa Suomessakin toista metriä, kelkan lumen alle upottua ei se aivan kaasua painamalla tulekaan ylös, vaan se täytyy kaivaa ja vetää ylös.

2.2.5 Vesikelkkailu

Tavanomaisesta kelkkailusta täysin poiketen, vesikelkkailua harrastetaan kesäisin, kun järvet ja joet ovat sulia. Vesikelkkailuun ei valmisteta valmiita kelkkoja, vaan ne täytyy harrastajan toimesta rakentaa käyttäen pohjana talvikäyttöön valmistettua moottorikelkkaa. Selvimpänä muutoksena ehkä istuimen puuttuminen sekä pitkän narun päässä oleva kelluke, jonka avulla kelkka löydetään, mikäli se pääsee uppoamaan veteen. Variaattorin tulee olla vesitiivisti suojattu, sillä veden päästessä variaattoreille alkaa hihna luistaa ja meno loppuu lyhyeen.

3 MOOTTORIKELKAN TOIMINTA

3.1 Moottorikelkan ulkoinen rakenne

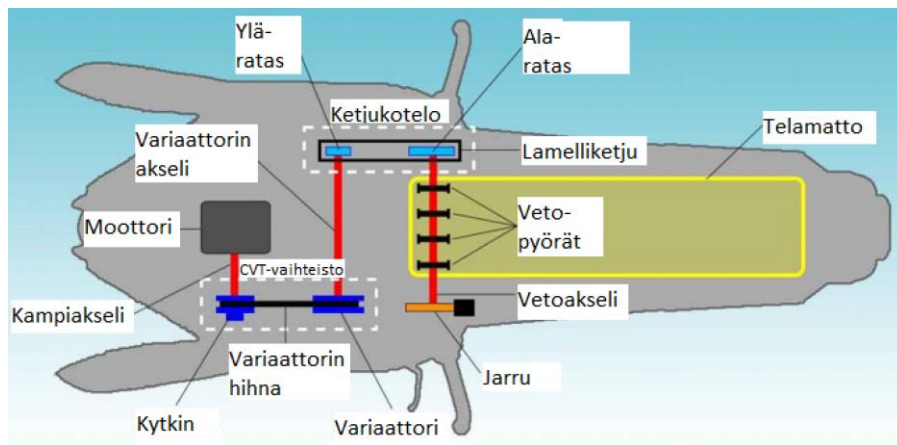
Moottorikelkka on rakennettu rungon ympärille. Rungon päällä ovat käytännössä kaikki muu paitsi iskunvaimennus sisältäen sukset, liukurungot ja telan. Polttoainetankki on istuimen alla, moottori sijaitsee keulakuomun alla, kuvasta 2 katsottuna valojen alla. Keulan jousitus on toteutettu tukivarsien avulla. Telatunnelin, eli rungon takaosan missä vauhtia antava kumitela pyörii, jousitus on toteutettu liukurunkojen avulla, liukurunko kiinnittyy etu- ja takaosastaan telatunnelin sisäpuolelle. Etu- ja takapukki omaavat erillisen jousituksen, moottorikelkka onkin siitä harvinainen ajoneuvo, että siinä on käytännössä kolmivaiheinen jousitus, missä jousituskomponentit ovat peräkkäin keulalla, etupukilla sekä takapukilla. Tällaisen jousituksen säätö on tarkkaa ja vaativaa hommaa mutta siihen ei tässä työssä tämän enempää perehdytä. (Aitto-Oja, H. 2013 (1))



Kuva 2. Lynx Rave RE 600 rakenne (Wildnordic, 2022).

3.2 Moottorikelkan voimalinjan rakenne ja toiminta

Moottorikelkan voimalinja koostuu muutamasta pääkomponentista. Moottori, variaattorit, ketjukotelo sekä viimeisenä vetopyörät ja telamatto.



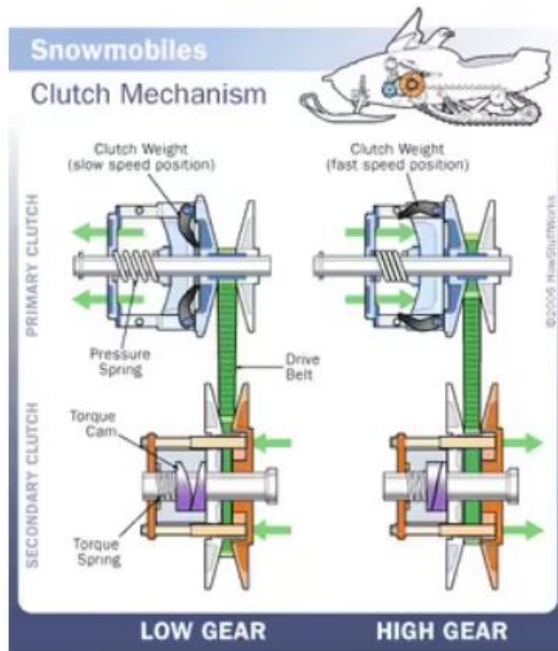
Kuva 3. Moottorikelkan voimalinja (mukaillen Powersportguide, 2022).

Urheilullisissa moottorikelkoissa käytetään moottorina yleisesti kaksisylinterisiä kaksitahtimoottoreita niiden keveyden sekä korkean tehon vuoksi. Myös nelitahtimoottoreita näkee, mutta niitä käytetään pääasiassa rauhallisemmassa ajossa, pienemmän tehontarpeen ja taloudellisuuden vuoksi. Kuitenkin turboahdettuja nelitahtikelkkoja käytetään vuoristokelkoissa niiden suuren tehon vuoksi.

Moottorin kampiakselin kartiomaiseen päähän on suoraan kiinnitetty ensiövariaattori, eli kytkin. Jatkossa käytetään ensiövariaattorista nimitystä kytkin. Kytkin on keskipakokytkin eli pyörimisnopeuden kasvaessa kytkentärajaa yli, se menee kiinni ja aiheuttaa voiman siirtymisen moottorilta eteenpäin. (Emond, P. 2022) Nyt ollaan siis tilanteessa, että moottorilta tuleva voima on kytkimen sulkeuduttua lähtenyt eteenpäin.

Toisiovariaattori eli puhekielessä variaattori, ottaa tämän voiman vastaan. Variaattori on koko ajan kiinni, eli kun kytkin sulkeutuu, niin variaattori lähtee pyörimään. Tämä kytkimen ja variaattorin yhdistelmä on käytännössä kiilahihnavetoinen CVT-vaihteisto, tämä välityksenvaihtojärjestelmä on portaaton, vaihteita on siis loputtomasti suurimman ja pienimmän välillä. Moottorikelkka lähtee automaattisesti liikenteeseen pienimmällä vaihteella. Väännön tarpeen mukaan variaattori aukeaa tai menee kiinni, muuttaen välitystä. Esimerkiksi siis kiihdytyksen lopussa nolasta kuudenkymmenen kilometrin tuntivauhtiin kiihdyttäessä saattavat kierrokset pudota lopussa 8200 rpm → 5000 rpm

vauhdin pysyessä samana, kun tavoitevauhti on saavutettu ja väännön tarve laskee.



Kuva 4. CVT-vaihteiston toimintaperiaate (Emond P, 2022).

Variaattorilta moottorin voima siirtyy akselin välityksellä toiselle, eli oikealle puolelle moottorikelkkaa (kuva 3). Sieltä löytyy ketjukotelo, joka on nimensä mukaisesti suljettu kotelo, jonka sisältä löytyy öljyä, kaksi ratasta sekä ketju ja sen kiristäjä. Ylempi ratas, tyypillisesti noin 25 hammasta, kiinnittyy variattorin akseliin. Tästä voima välittyy lamelliketjun avulla alemmalle rattaalle, tyypillisesti noin 45 hammasta. Alempi ratas on kiinni vetoakselin päässä. (Powersportsguide, 2022)

Voima on viimein saavuttanut vetoakselin, tällä akselilla on tyypillisesti kaksi vetopyörää, läpivetävinä kuten kuvassa 5, tai nappivetoisina. Nämä siis pyöriessään pyörittävät telamattoa, joka saa aikaan moottorikelkan liikkumisen. Nappivetoiset vetävät telamattoa sen sisäpuolella olevista napeista, kun taas läpivetoiset vetävät myös telamatton soljista. Yleensä vetoakselin toisessa päässä on levyjarru, jolla voidaan tarvittaessa laskea telamatton pyörimisnopeutta ajotilanteen niin vaatiessa. (Powersportsguide, 2022)



Kuva 5. Moottorikelkan vetoakseli läpivetävillä pyörillä (Raahen Motocafe, 2022).

Vetopyörät pyörittivät siis voimalinjan viimeistä komponenttia, mikäli telamatto voidaan sellaiseksi laskea. Kuminen telamatto kuitenkin vaikuttaa merkittävästi moottorikelkan etenemiskykyyn ja käyttäytymiseen erilaisilla lumipeitteillä. Pitkätelaiset vuoristokelkat, joiden telamatoissa on pitkä lappu, kulkevat paremmin syvällä lumella kuin lyhyttelainen reittikelkka, jossa lyhyet laput niin kuin kuvassa 6.



Kuva 6. Lyhyttelaisen moottorikelkan telamatto 44 mm harjakorkeudella.

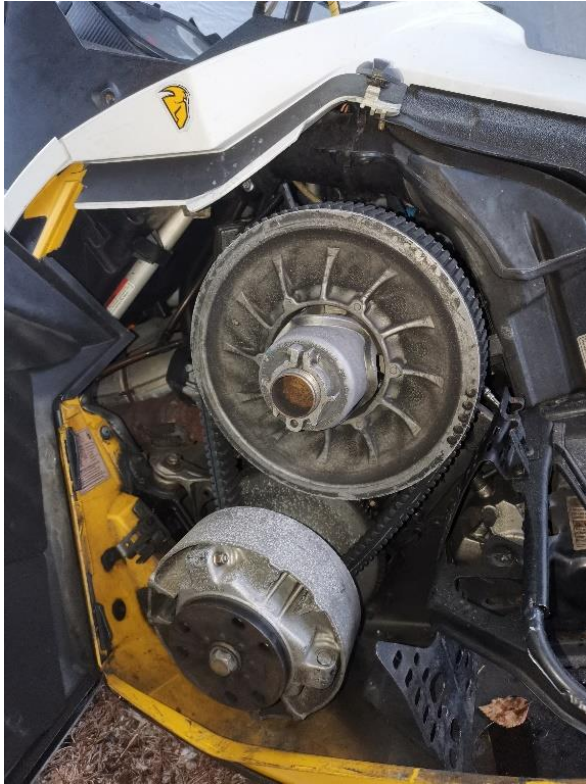
4 VOIMALINJAN SÄÄTÖ

Moottorikelkan voimalinja koostuu useista eri komponenteista, jotka kaikki vaikuttavat omalta osaltaan kelkan käyttäytymiseen. Moottorikelkan voimalinjan komponentteja ei tulisi säätää kaikkia kerralla, vaan yksi kerrallaan. Kokeillaan ja säädetään uudelleen, mikäli tarvetta. Tehtaalta ulos tullessa kelkan voimalinja on kyseisen kelkkatyypin ajoympäristöihin suunniteltu paras kompromissi, eikä säätötarvetta yleensä ole, ellei haluta painottaa erityisesti jotain osa-aluetta kelkkailussa. Mikäli normaalikäytössä kelkan voimalinja ei tunnu toimivan oikein, tulisi ensimmäisenä varmistaa, että se toimii oikein. Lika aiheuttaa mekaanisten osien jumiutumista ja vika saattaa korjaantua pelkästään voimalinjan puhdistuksella. (Aitto-Oja, H. 2014)

4.1 Variaattorit

Moottorikelkoissa käytetään yleisesti kiilahihnavariaattorijärjestelmää vaihteistona, kuten aiemmin mainittiin niin tämä järjestelmä on portaaton. Moottorin voima siirtyy kytkimeltä variaattorille kuvasta 7 löytyvän kiilahihnan välityksellä. Moottorin ylittäessä keskipakokytkimen kytkentäkierrosluvun, kytkin nappaa kiilahihnasta kiinni ja moottorikelkka lähtee liikkeelle. (Emond P. 2022)

Moottorikelkan variaattorivaihteistoa säädettäessä täytyy muistaa, että ensiö- ja toisiovariaattorin yhdistävän hihnan pituus ei voi muuttua kesken ajon, joten kytkimen ja variaattorin toiminnat ja säädöt vaikuttavat hieman molemmat molempiin. (Aitto-Oja, H. 2013 (5))



Kuva 7. Moottorikelkan CVT-vaihteisto.

4.1.1 Kytkin

Moottorikelkoissa käytetään keskipakokytintä mikä on pitkällä pultilla kiinni suoraan kampiakselin päässä. Kytkimen kulmanopeus on siis aina yhtä suuri kuin moottorin kampiakselilla. Kytkin koostuu neljästä pääkomponentista:

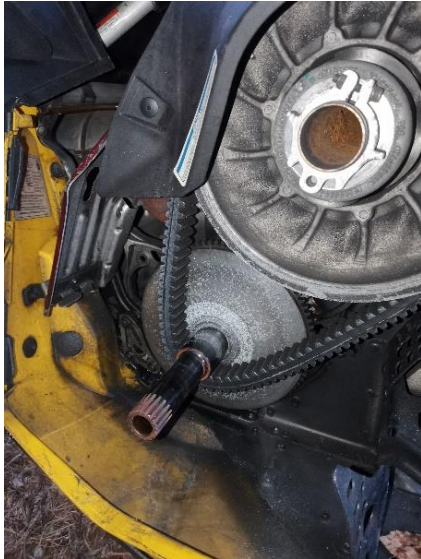
-lautaset, minkä väliin kiilahihna asettuu,

-painovarret (kuva 9),

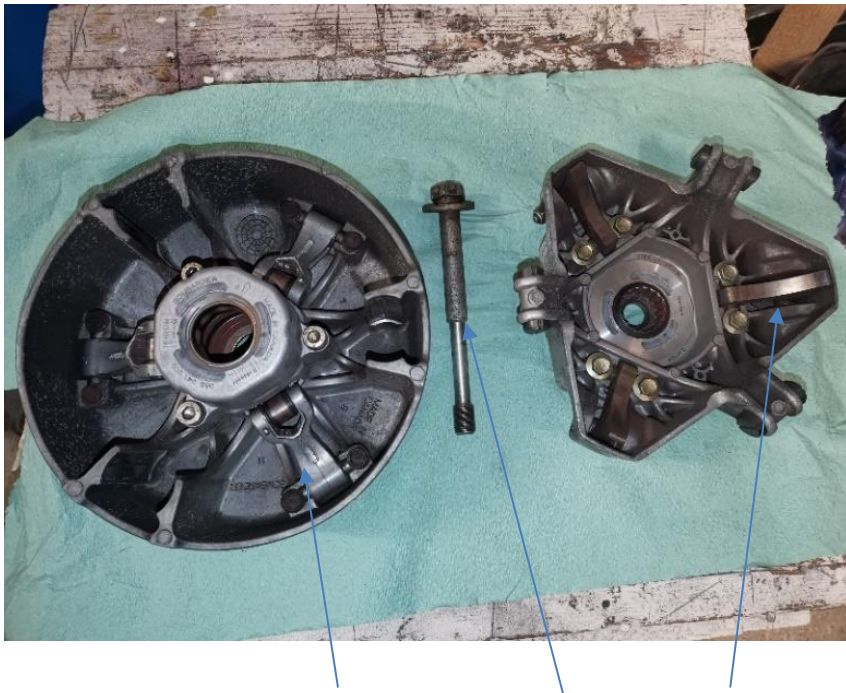
-jousi (kuvassa 9 painovarsien keskellä kupin alla) ja

-rampit (kuva 9).

Painovarsia ja rampeja on kolme kappaletta molempia. Kytkimen tehtävä on pääasiassa vaihteen ylös vaihtaminen, liikkeelle lähteminen, kiihdyttäminen sekä mutkista, että paikaltaan. (Aitto-Oja, H. 2014)



Kuva 8. Kytkimen moottorin puolen lautanen kampiakselin päässä.



Kuva 9. Kytkimen painovarret, kytkimen pultti sekä rampit.

Kytkin toimii nimensä mukaisesti keskipakovoimalla, moottorin kampiakselin pyöriessä painovarret painautuvat ramppeja vasten keskipakovoiman ansiosta. Ramppeihin vastatessa ja keskipakovoiman yhä kasvaessa kierrosten noustessa painovarret työntävät ramppeja niin suurella voimalla, että kytkimen lautaset lähtevät sulkeutumaan kuvan 4 mukaisesti, kun kytkentäkierrosluku on ylitetty. Tämän jälkeen moottorin kierrosten noustessa ja painovarsien levittyä lisää lautaset lähenevät toisiaan ja näin nostavat vaihdetta ylöspäin.

Kytkimestä on muutettavissa painot, rampit sekä jousi. Myös TRA-klikkereiden asentoa muuttamalla saadaan muutettua kelkan käyttäytymistä hieman.

TRA-klikkeri on rampin takaosaa vasten oleva epäkeskoruuvi, jonka asentoa muuttamalla voidaan rampin kulmaa hieman muuttaa. Klikkerissä on kuusi asentoa, joista jokainen muuttaa hieman kelkan kierroslukua koko kierrosalueella. Käytännössä TRA-klikkereitä säätämällä säädetään samalla koko vaihteiston vaihtosekvenssiä. Isommalle säädettäessä kelkka käy korkeammilla kierroksilla, joten kelkassa on koko ajan pienempi vaihde päällä. Muutos asennosta toiseen ei suinkaan ole täysin lineaarinen, vaan aivan ylä- ja alapäässä muutos moottorin kierroksiin on pienin, noin 50–100 rpm. Keski-alueella esimerkiksi asennosta kolme asentoon neljä muutettaessa kierrokset nousevat jopa 200 rpm. Ramppien kulman muutos on ainut kenttäolosuhteissa helposti tehtävä muutos kelkan käyttäytymiseen. (Aitto-Oja, H. 2014)

Yleisin ja ehkä yksinkertaisin muutos kytkimeen on jousen vaihto, tällä saadaan muutettua sekä kytkentäkierroksia, että keski- ja yläkierroksia niin halutessa. Jousi on merkitty kahdella luvulla, esimerkiksi 130–260, näistä luvuista ensimmäinen vaikuttaa kytkentäkierroksiin ja toinen keski- ja yläkierroksiin. Mikäli halutaan esimerkiksi 130–260 jousen omaavan kelkan kytkentäkierroksia matalammaksi muita ominaisuuksia muuttamatta, voidaan uudeksi jouseksi valita esimerkiksi 100–260, näin kytkentäkierrokset tippuvat noin 300rpm, mutta muut ominaisuudet pysyvät ennallaan. Jousen toisen luvun muuttaminen ei kuitenkaan muuta keski- yläkierroksia samassa suhteessa, vaan muutos on suurempi alakierroksilla kuin ylhäällä. (Aitto-Oja, H. 2014)

Mikäli moottorikelkan moottoriin on tehty muutoksia ja esimerkiksi vääntöä on saatu lisää, niin voidaan tätä kompensoida lisäämällä kuvassa 9 näkyviin painovarsiin painoja, tämä muuttaa keskipakovoimaa

$$F = \frac{mv^2}{r}, \quad (1)$$

missä m =massa [kg],

v = kehänopeus [m/s] ja

r =kiertosäde [m],

massan lisääntyessä, ja näin laskee kierroksia noin 100–200 rpm per lisätty 1 g. Sama toimii myös toisinpäin, painojen vähennys nostaa moottorin kierroksia. Painoja täytyy ehdottomasti olla sama määrä jokaisessa painovarressa tasapainon säilymiseksi. Painojen lisäys ei vaikuta kytkentäkierrokseen vaan vaikutus painottuu keski- ja yläkierrosalueelle. (Aitto-Oja, H. 2014)

Ramppien vaihto vaikuttaa koko kierrosalueelle, se säättää ylösvaihtamisvoiman suuruutta. Tätä tarvitsee harvoin kytkimestä muuttaa, tarvittavat säädöt perusmoottorilla saa tehtyä jousen, painovarsien ja TRA-klikkereiden avulla. Kuitenkin kisakelkoista puhuttaessa voidaan saavuttaa jo hyötyjä ramppien muutoksella. Kisakelkan moottorin huipputehoalue saattaa olla niin kapea, että vakiorampeilla ei saada pidettyä kierroksia tehoalueella tarpeeksi hyvin. Lisäksi rampeissa voi olla niin kutsuttu lähtökuoppa, mikä nostaa kytkentäkierroksia jousen kanssa hyvinkin korkeaksi. Vakioreittikelkan kytkentäkierrosten ollessa 3500 rpm, saattaa nykyaikaisen kilpamelkan kytkin sulkeutua vasta 6000 rpm kohdilla. (Aitto-Oja, H. 2014)

4.1.2 Variaattori

Variaattorista puhuttaessa tarkoitetaan yleensä toisiovariaattoria, eli CVT-vaihteiston toista puolta mikä yhdistyy kytkimeen kiilahihnalla. Tämä toimii yhdessä kytkimen kanssa moottorikelkan vaihteistona. Kuten aiemmin todettiin, niin kytkin vaikuttaa pääasiassa vaihteen ylös vaihtamiseen. Kun taas variaattori vaikuttaa pääasiassa vaihteen alas vaihtamiseen eli esimerkiksi mutkassa jarrituksen jälkeen, kun lähdetään taas kiihdyttämään, täytyy vaihteiston vaihtaa riittävän nopeasti vaihdetta alaspäin, jotta saadaan moottorilta matolle tarvittava vääntö nopeaan kiihdytykseen. (Aitto-Oja, H. 2013 (5))

Variaattori esitetään kuvassa 10, sen säätö voi tulla tarpeeseen, mikäli väännöntarve muuttuu radikaalisti, eli käytännön esimerkkinä voisi olla karkeamman maton vaihto, jolloin ajettaessa lumi vastustaa maton pyörimistä enemmän kuin matalalappuisella telamatolla ajettaessa. Myös kelkkailuympäristön muutos saattaa vaatia variaattorin säätöä. Jos crossover- tai reittikelkan ominaisuuksia halutaan painottaa enemmän umpihangen puolelle, voi variaattorin säädöllä saada halutut muutokset aikaan. (Aitto-Oja, H. 2014)

Variaattorista voidaan säätää jousi tai helix, helixistä käytetään myös nimeä Cam. Helix vaikuttaa vaihtamiseen enemmän kuin jousi. Sen säätö, tai käytännössä vaihto toiseen, on siis yleensä se ensimmäinen toimenpide variaattoria säädettäessä. Helix näkyy kuvassa 10, (ulkoneva ”kuppi”, minkä sisällä näkyy jousi) se on käytännössä kuin ruuvi, jonka nousukulma vaikuttaa variaattorin lautasten avautumiseen ja sulkeutumiseen. Tähän vaikuttaa tietenkin osaltaan myös jousen jäykkyys. (Aitto-Oja, H. 2014)



Kuva 10. Moottorikelkan variaattori.

Helixin arvot ilmoitetaan asteina, esimerkiksi 43. Näin merkitty helix on suorakulmainen ja helixin kulma on koko matkalta 43 astetta. Kaikki eivät kuitenkaan ole suorakulmaisia, vaan on olemassa kaksikulmaisia, progressiivisia, käänteisesti progressiivisia, kaksikulmaisia osittain progressiivisia. Progressiiviset merkitään kahdella numerolla, 43-

39 merkinnät omaava helix on alkukulmaltaan 43 ja muuttuu tasaisesti kulmaan 39. Käänteisesti progressiiviset merkitään samaan tyyliin, niitä ei kuitenkaan käytetä juuri kuin syvän lumen turbokelkoissa. Normaaliin reittiajoon parhaiten toimii suorakulmainen helix. Muuttuvakulmaiset tulevat tarpeeseen erityisesti snowcrossissa. missä kelkalta vaaditaan ajotilanteissa maksimaalista kiihtyvyyttä ja jouhevuutta, myös paikaltaan lähtiessä. (Aitto-Oja, H. 2014)



Kuva 11. Helixin rakenne (Precison Efi, 2022)

Helixin tehtävänä on avata ja sulkea variaattorin lautasia väännön tarpeen mukaan. Ajotilanteen muuttuessa, kun esimerkiksi väännön tarve lisääntyy pidon äkisti kasvaessa, täytyy helixin vaihtaa riittävän nopeasti vaihdetta alaspäin. Käytännössä loivalla nousukulmalla varustettu helix on nopeampi vaihteen alas vaihdoissa. Eli hitaampi ylös vaihdoissa. Loivemman helixin valinta voi olla toimiva ratkaisu, kun halutaan painottaa kelkan syvän lumen ominaisuuksia ja vaadittu vääntö on keskimääräisesti korkeampi kuin reittiajossa. Loivemmalla helixillä kelkka käy koko ajan vähän korkeammilla kierroksilla. (Aitto-Oja, H. 2014)

Jyrkempää helixiä käytettäessä alas vaihtaminen on hitaampaa, mutta kelkka käy pienemmillä kierroksilla ja vaihtaa ylös nopeammin. Luonnollisesti jyrkemmällä kulmalla myös lautasten puristusvoima on pienempi. Pienemmällä puristusvoimalla

variaattori käy viileämpänä ja näin hyötysuhde on suurempi. Pienemmän puristusvoiman takia tarvitaan kuitenkin yleensä myös jäykempi jousi, jotta variaattori ei luista. Jyrkemmän helixin vaihto voi tulla kyseeseen, mikäli kelkan moottorin kierrosnopeus on jatkuvasti ajotilanteisiin nähden turhan korkea eikä kelkka etene. (Aitto-Oja, H. 2014)

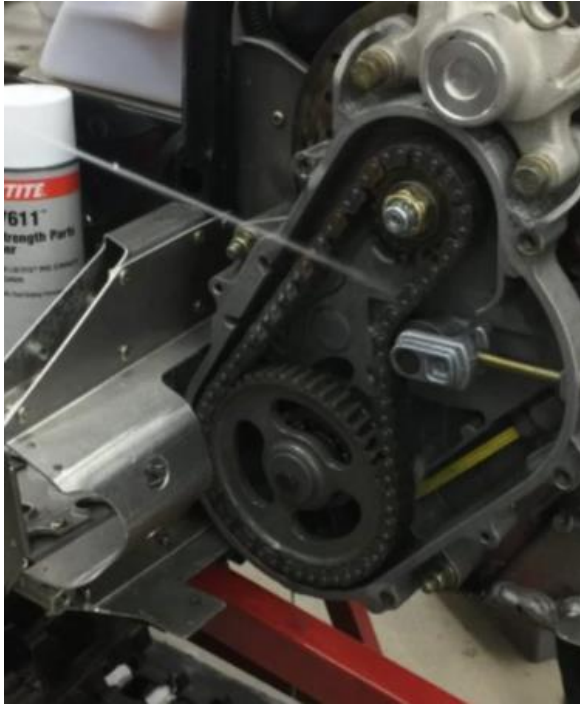
Variaattorissa helixin ”kierrettä” ylös- tai alaspäin liikutaan rullien päällä. Rullien on oltava koko ajan kosketuksissa helixiin. Tämä on mahdollista variaattorin jousen avulla, joka painaa variaattorin lautasia yhteen, ja samalla pitää rullat kosketuksessa helixiin. Jousen vaikutus variaattorin toimintaan painottuu pienille välityssuhteille, suuremmilla välityksillä helixin rooli on suurempi. (Aitto-Oja, H. 2014)

Kuten jo todettiin, niin variaattorin jousi puristaa lautasia yhteen. Jolloin myös vaihteen alavaihto on luonnollisesti jäykällä jousella nopeampi kuin löysää jouta käytettäessä. Jäykempi jousi aiheuttaa lautasten väliin suuremman puristusvoiman, mikä aiheuttaa kiilahihnan suuremman lämpenemisen, mikä taas on vaihteiston hyötysuhteesta pois. (Bertini, L. Carmignani, L., Frenzo, F. 2014)

Löysemällä jousella päästään siis teoriassa parempaan hyötysuhteeseen, mutta jousi ei voi olla liian löysä, koska silloin pienillä välityksillä hihna saattaa luistaa. Lisäksi löysällä jousella vaihteiston alas vaihtaminen on hitaampaa. Hyötysuhteen muutosten takia optimaalinen valinta olisi mahdollisimman löysä jousi, jolla kuitenkin ei tapahdu hihnan luistoa variaattorin puolella pienillä välityssuhteilla ajettaessa, ja saavutetaan tarvittava nopeus vaihteen alas vaihtamiseen. (Aitto-Oja, H. 2014)

4.2 Ketjukotelo

Variaattorilta voimansiirto siirtyy variaattorin akselia pitkin kelkan vasemmalle puolelle niin kuin kuvassa 3 on esitetty. Ketjukotelo on voimansiirron yksinkertaisimpia komponentteja, se on nimensä mukaisesti voiteluöljyä sisältävä kotelo, mikä pitää sisällään kuvassa 12 näkyvät kaksi erikokoista hammasratasta, lamelliketjun sekä ketjunkturistäjän. (Powersportsguide, 2022)



Kuva 12. Moottorikelkan ketjukotelo. (Henkel, 2022)

Joissain moottorikelkkamalleissa ketju on korvattu huoltovapaammalla hammashihnalla, mikä on hieman kevyempirakenteinen eikä tarvitse jatkuvaa voitelua. (Mountainvalleymachine, 2022)

Ketjukotelon tehtävä on muuttaa välitystä variaattorin ja vetoakselin välillä. Yleensä välitykset ovat reittikelkassa luokkaa 25:45. (Powersports parts barn, 2022)

Moottorikelkan ketjukotelossa ainoa säädettävissä oleva asia on välityksen vaihto, mikä tapahtuu hammasrattaiden vaihdolla suuremman, tai pienemmän hammasluvun omaaviin rattaisiin. Mikäli koon muutos on enemmän kuin pari, kolme hammasta, saattaa joutua lyhentämään ketjua tai jopa vaihtamaan sen eri mittaiseen.

Ketjukotelon välityksen muuttaminen voi olla toimiva ratkaisu, jos kelkasta halutaan painottaa syvänlumen ominaisuuksia. Kun vaihdetaan välitys lyhemmäksi, eli käytännössä yleensä toisiovariaattorin akselin päässä olevaa ketjukotelon yläratasta pienemmäksi, niin vetoakselille menevä vääntö on suurempi, ja vääntöähän syvässä lumessa tarvitaan. Kyseinen muutos kuitenkin vaikuttaa variaattorinkin toimintaan, kun variaattorilta vaadittava väännöntarve on pienempi seuraavan välityksen ollessa lyhempi. Jos muita muutoksia ei tehdä, voi lopputuloksena olla ylikiertävä kone mihin ratkaisuna voisi olla jyrkemman helixin vaihto. Kuitenkin syvänlumen ominaisuuksia painottaessa

vaihdetaan yleensä myös pidemmällä lapulla varustettu, tai pidempi telamatto, mikä vaatisi loivempaa helixiä. Muutokset saattavat kompensoida toisensa ja ketjukotelon ylärattaan vaihto pienempään voi olla toimiva muutos syvänlumen ominaisuuksia haettaessa. (Aitto-Oja, H. 2014)

4.3 Vetoakseli ja telamatto

Viimeisimpinä komponentteina moottorikelkan voimalinjassa ovat telamatto sekä sitä pyörittävä vetoakseli kuvan 13 mukaisesti. Vetoakselin oikeassa päässä on ketjukotelo, vasemmalla jarrulevy sekä keskellä kaksi vetopyörää. Vetoakseli siis hoitaa niin kiihdytyksen, kuin jarrituksenkin. Vetoakselissa itsessään ei ole säätömahdollisuuksia, mutta vetopyörillä on pieni vaikutus voimalinjaan.



Kuva 13. Vetoakseli läpivetävillä vetopyörillä telamaton sisällä.

Vetopyöriä on erikokoisia ja eri jaolla olevia. Yleisimmät jaot lienevät 2.52", 2.86" ja 3", tämä on siis vetävien hampaiden välimatka, joka täytyy vastata telamatosta löytyvää lukemaa. Hampaiden lukumäärä vetopyörissä on yleensä seitsemän ja yhdeksän välillä. Samalla jaolla varustettu yhdeksänhampainen vetopyörä omaa luonnollisesti suuremman

halkaisijan kuin seitsemällä hampaalla varustettu vetopyörä. Esimerkiksi 2.86” jakoisen yhdeksänhampaisen vetopyörän säde on:

$$p = 2 * \pi * r \rightarrow r = \frac{p}{(2 * \pi)}, \quad (2)$$

missä p =vetopyörän ympärysmitta [cm],

r =vetopyörän säde [cm] ja

$$p = 2.86'' * 9 = 25.74'' = 65.8 \text{ cm},$$

$$\text{josta } r = \frac{65.8 \text{ cm}}{2 * \pi} = 10.47 \text{ cm},$$

$$\text{kun taas seitsemällä hampaalla varustetussa } r = \frac{2.86'' * 7 * 2.54}{2 * \pi} = 8.09 \text{ cm}.$$

Vetopyörän säde toimii telamaton vetoakselille aiheuttaman vääntömomentin $M=Fr$, vääntövirtana r , joten suuremmalla vetopyörällä telamatto aiheuttaa suuremman vääntövastuksen vetoakselille. Tämä on hyvä huomioida, mikäli on tarvetta vetopyöriä vaihtaa.

Viimeisenä moottorin ja lumipeitteen välissä on telamatto. Sillä on suuri vaikutus moottorikelkan etenemiseen. Telamaton leveys on yleisesti 360–500 mm. Pituus vaihtelee 120 tuumasta aina 175” tuumaan saakka. Telamaton harjakorkeus, eli lapun korkeus vaihtelee noin 20 mm aina 76 mm asti. Telamatto voi olla myös nastoitettu pidon parantamiseksi jäällä ja kovalla lumella. (Camoplast, 2022)

Karkeasti korkeaharjainen pitkä telamatto moottorikelkassa on parempi valinta syvään lumeen. Pidempi ja leveämpi telamatto kelluttaa kelkkaa paremmin pehmeässä lumessa, sillä on myös enemmän pinta-alaa työntää lunta taaksepäin ja kelkkaa eteenpäin. Korkeat laput työntyvät syvemmälle lumeen ja kasvattavat pitoa pehmeässä lumessa. Vastaavasti lyhyempi telamatto on kovemmalla lumella pidoltaan parempi ja ketterämpi reitillä ajettaessa. Nopeassa kiihdytyksessä kovalla, pitävällä reitillä korkeaharjainen lappu telamatossa myös hieman taipuu alla. Lisäksi pidempi ja leveämpi telamatto on raskaampi mikä saattaa laskea kiihtyvyyttä ja huippunopeutta. Kuten jo todettua, telamaton vaihto saattaa olla syy säätää muuta voimalinjaa haluttuun suuntaan. (Camoplast, 2022)

4.4 Komponenttien vaihdon vaikutus

Alla olevassa taulukossa 1 on esitetty moottorikelkan voimalinjan komponenttien muutosten vaikutus karkeasti kelkan toimintaan, mikäli muita muutoksia ei ole tehty. Vasemmalla tehty muutos ja ylhäällä mahdolliset vaikutukset kelkan toimintaan.

Taulukko 1. Moottorikelkan voimalinjan muutosten vaikutus kelkan käyttäytymiseen.

	Kytkeä- kierrokset laskevat	Kytkeä- kierrokset nousevat	Alas vaihto nopeutuu	Ylös vaihto nopeutuu	Keskimääräinen kierrosalue nousee	Keskimääräinen kierrosalue laskee
Loivempi helix			X		X	
Jyrkempi helix				X		X
Löysempi jousi variaattoriin				(X)		
Jäykempi jousi variaattoriin			X			
Löysempi jousi kytkimeen	X					
Jäykempi jousi kytkimeen		X				
Ramppikulman säätö ylöspäin					X	
Ramppikulman säätö alaspäin						X
Painovarsien massan nosto				(X)		X
Painovarsien massan lasku					X	
Välitysten vaihto ketjukopasta					X	X

Suluissa olevat eivät kyseessä olevan muutoksen ensisijaisia vaikutuksia, mutta kuitenkin jotain vaikutusta kyseinen muutos voi aiheuttaa. Ketjukopan säädön vaikutukset riippuvat siitä, mihin suuntaan säädetään.

5 YHTEENVETO

Perinteinen moottorikelkka on rakennettu kompromissina. Sekalaisiin ajoympäristöihin on myös voimalinja osaltaan rakennettu toimimaan hyvin sekä syvässä, että kovassa lumessa. Näin ollen se voi toimia hyvin sekä reitillä, että pehmeässä lumessa, muttei optimaalisesti kummassakaan.

Moottorikelkan voimalinjan säädölle ei yleensä ole tarvetta, mikäli ajoympäristö ei muutu. Kuitenkin jos halutaan painottaa jotain osa-aluetta moottorikelkkailussa, tai esimerkiksi telamatto on vaihdettu, niin voi olla syytä perehtyä voimalinjan säätöön. Ennen säätötoimenpiteitä kuitenkin voimalinja on syytä putsata perusteellisesti, jotta sen oikea toiminta varmistetaan.

Moottorikelkan voimalinja on kaikessa yksinkertaisuudessaan monipuolinen komponenttien yhdistelmä, missä kaikki vaikuttaa kaikkeen. Joten säätötoimenpiteet on tehtävä yksi kerrallaan ja ajotestien jälkeen miettiä seuraavaa muutosta. Myöskään liian radikaaleja muutoksia ei kannata tehdä, vaan pykälä kerrallaan säädetään ja kokeillaan. Mikäli ongelmia ilmenee vaihteen ylös nostamisessa, käännetään katse kytkimeen, jos taas alas vaihdossa, on syytä tutkailla variaattoria. Jos syvässä lumessa kelkan moottori huutaa eikä etene, on syytä miettiä riittääkö telamatto tai onko helixin kulma tarpeeksi jyrkkä.

Moottorikelkan voimalinjaa säätämällä voit saada moottorikelkastasi hieman enemmän irti sinulle ominaisessa ajoympäristössä.

LÄHTEET

Aitto-Oja H, 2013, Moottorikelkan alustan säätövinkit [verkkodokumentti], Suomi: Jääli, Saatavilla: <https://htsuksee.fi/alustan-iskarien-saantovinkit/> [viitattu 15.10.2022]

Aitto-Oja H, 2013, Moottorikelkan voimalinja: Säätövinkkejä osa 1, Kelkkalehti, 2013 (5). S. 62–66.

Aitto-Oja H, 2014, Moottorikelkan voimalinja: Säätövinkkejä osa 2, Kelkkalehti, 2014 (1), S.62–64.

Bombardier recreational products, 2022, BRP parts catalogs [verkkodokumentti], Saatavilla: <https://epc.brp.com/> [viitattu 18.10.2022]

Bombardier recreational products, 2022, Lynx valintaopas [verkkodokumentti], Suomi, Saatavilla: <https://www.brplynx.com/fi/fi/suunnittele-ja-osta/valintaopas.html> [viitattu 12.12.2022]

Camoplast, 2022, Moottorikelkan telamatot [verkkodokumentti], Saatavilla: <https://duell.eu/wp-content/uploads/2020/06/Moottorikelkan-telamatot.pdf> [viitattu 4.12.2022]

Emond Patrick, 2022, How snowmobiles work? [verkkodokumentti], Saatavilla: <https://adventure.howstuffworks.com/outdoor-activities/snow-sports/snowmobile1.htm> [viitattu 14.10.2022]

Henkel, 2022, How to change the chain case oil on your snowmobile? [verkkodokumentti], Saatavilla: <https://www.henkel-adhesives.com/us/en/applications/all-applications/product-application/change-snowmobile-chain-case-oil.html> [viitattu 16.12.2022]

Blought Jason R., 2008, Snowmobile Design and Snowmobile Sound Basics, Michigan Technological University. [verkkodokumentti], Michigan: Michigan Technological University, Saatavilla: http://bcsf.s3.amazonaws.com/eu_snowmobile_noise_document_blough_05082009.pdf [viitattu 12.12.2022]

Liikenneturva, 2022, Moottorikelkkailu [verkkodokumentti], Suomi, Saatavilla: <https://www.liikenneturva.fi/liikenteessa/moottorikelkkailu/#fcdbf43d> [viitattu 11.10.2022]

L. Bertini, L. Carmignani, F. Frendo, 2014, Analytical model for the power losses in rubber V-belt continuously variable transmission (CVT), Mechanism and Machine Theory, 78, S. 289–306.

Metsähallitus, 2022, Moottorikelkkailu [verkkodokumentti], Suomi, Saatavilla: <https://www.metsa.fi/vapaa-aika-luonnossa/moottorikelkkailu/> [viitattu 11.10.2022]

Mountain Valley Machine, 2022, Polaris belt drive unit [verkkodokumentti], Saatavilla: <https://mountainvalleymachine.com/product/polaris-belt-drive-unit/> [viitattu 23.11.2022]

Powersportsguide, 2022, How snowmobiles work? [verkkodokumentti], Yhdysvallat, Saatavilla: <https://powersportsguide.com/how-do-snowmobiles-work/> [viitattu 14.10.2022]

Powersports parts barn, 2022, Ski-doo MXZ X-RS 600H.O E-tec Drive system [verkkodokumentti], Yhdysvallat, Saatavilla: <https://www.skidoo.parts.com/oemparts/a/ski/52a2a7f7f870022a2c1bd9b8/drive-system-600-ho-etec> [viitattu 14.11.2022]

Powersportsguide, 2022, What is a jackshaft on a snowmobile? [verkkodokumentti], Saatavilla: <https://powersportsguide.com/snowmobile-jackshaft/> [viitattu 16.11.2022]

Precision Efi, 2022, Pefi Helix Cam – Ryker 900 ACE [verkkodokumentti], Kanada, Saatavilla: <https://precisionefi.com/products/pefi-helix-cam-ryker-900-ace>

Raahen Motocafe, 2022, BRP Vetoakseli [verkkodokumentti], Suomi: Raahe, Saatavilla: <https://motocafe.fi/tuote/brp-vetoakseli/> [viitattu 16.12.2022]

Suomen Moottoriliitto Ry, 2022, Snowcross [verkkodokumentti], Helsinki: Suomen Moottoriliitto Saatavilla: <https://www.moottoriliitto.fi/lajit/moottorikelkkailu/> [viitattu 17.12.2022]

Tihinen, J-P, 2022, Kuva [yksityisviesti]. Vastaanottaja: Korhonen E. Lähetetty
19.02.2022 klo 16.39 (GMT +0200)

Wildnordic, 2022, Vuokraa moottorikelkka [verkkodokumentti], Rovaniemi, Saatavilla:
[https://wildnordic.fi/fi/valinevuokraus/vuokraa-
moottorikelkka/?_product_category=moottorikelkka&_mainbranch=rental&_sort=title_
asc&_per_page=30&dl=1](https://wildnordic.fi/fi/valinevuokraus/vuokraa-moottorikelkka/?_product_category=moottorikelkka&_mainbranch=rental&_sort=title_asc&_per_page=30&dl=1) [viitattu 23.11.2022]