

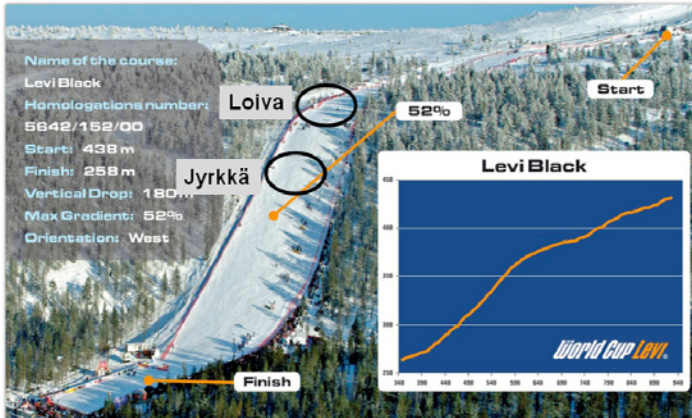
KIHU

Voimantuotto suurpujottelun karvingkäännöksessä

Tapani Keränen (Kihu), Simo Ihalainen (Kihu) ja Anu Österlund (JYU) sekä
Nilsian ja Rukan alppikoulut

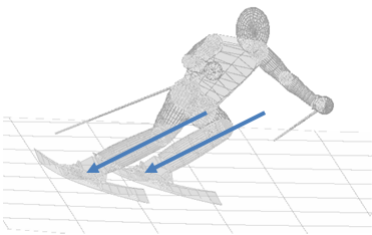
Voimantuotto suurpujottelun karvingkäännöksessä

Tämä suurpujottelun karvingkäännöksen pilottimittaus tehtiin Levi Black rinteessä 17.-18.11.2009. Rinteen pinta oli jäinen edellisen viikonlopun pujottelun MC-kisan jäljiltä. Lämpötila oli -3 - -7 C° ja näkyvyys huono usvan takia.



Kuva 1. Mittauskohdat Levi Black rinteessä (www.skisport.fi/@Bin/4934115/LeviBlack.jpeg)

Päivien aikana mitattiin 7 laskijan voimantuotto laskun ajalta. Mittavälineenä oli Novel painepohjalliset, jotka mittasivat niihin kohtisuoraan kohdistuvan paineen (kuva 2).



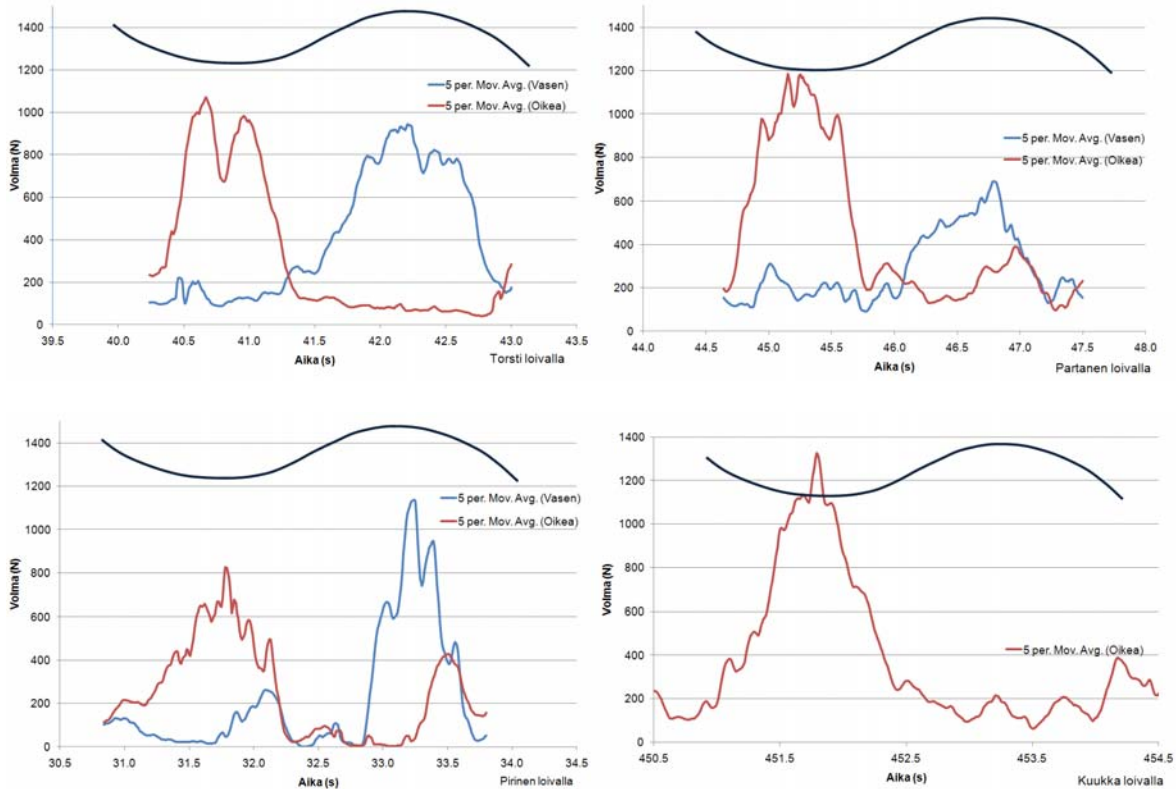
Kuva 2. Voimantuotto painepohjallisiin.

Painepohjalliset asennettiin laskijan monoihin. Sen jälkeen kun monet olivat jalassa, laskija kiristi monet laskusäätöihin, jonka jälkeen pohjalliset kalibroitiin. Näin mittasignaalista poistettiin monojen kiristymisen aiheuttama paine. Asennuksen jälkeen monet löysättiin ja laskija meni hissillä rinteeseen päälle, jossa monet kiristettiin uudelleen ennen laskua.

Kukin laskija laski 1-3 kertaa vakion suurpujotteluradan, jonka ajalta hänen voimantuottonsa mitattiin painepohjallisilla 100 Hz keräystaajuudella. Tässä raportissa tarkasteluun valittiin ennen loppujyrkkää olevalta loivalta ja loppujyrkän yläosasta kahden käännöksen kuviot (kuva 1). Raportissa viitattavat videoleikkeet ovat ladattavissa osoitteesta www.kihu.fi/siirto/alppihiihto, jossa käyttäjänimi: siirto ja salasana: siirto.

Käännös loivalla

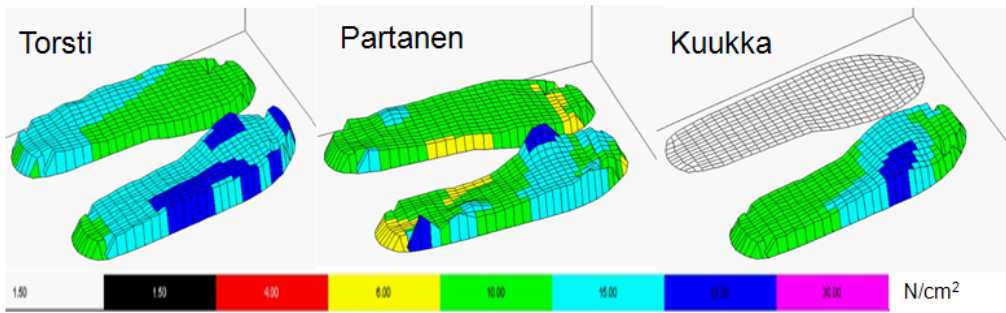
Kuvassa 3 on neljän laskijan suurpujottelulaskun karvingkäännösten voimakäyrät loivalla rinneosuudella ennen Levi Black rinteen loppujyrkkää.



Kuva 3. Neljän laskijan kahden portin käännösvoimat loivalla.

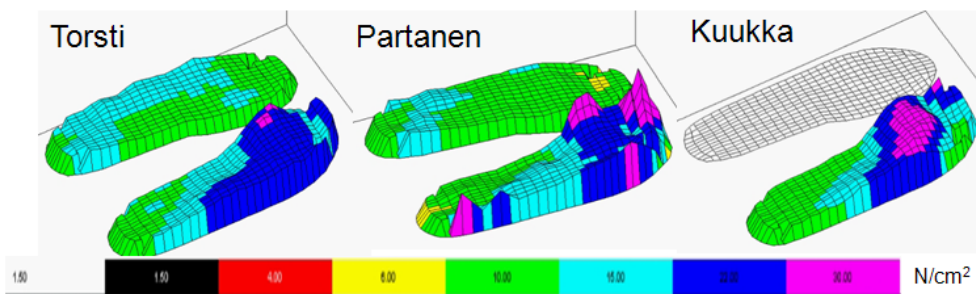
Kuvan 3 voimakuvaajista näkyy, että suurpujottelukäännöksissä loivalla ulkosuksen voimantuotto on hallitseva. Pirisen mittauksessa kaikki pohjallisten anturit eivät olleet aktiivisena, joka selittää hänen alhaiset voimatasot. Kuukan kohdalla vasemman pohjallisen datakaapeli oli irronnut liittimestään, joten sen voimia ei ole esitettäväksi. Käännöksen alituksessa haetaan paine ulkosukseen, jonka seurauksena voima kasvaa jyrkästi. Todennäköisesti suurin voimantuotto ajoittuu oikolinjaan. Sen kohdalla voima säilyy korkealla, samalla kun sukseen kohdistuu heikkoa hakkaavuutta, joka näkyy muutamina voimapiikkeinä voimakuvaajissa.

Jalkapohjan painekuvien mukaan (*videoleikkeet Etunimi Sukunimi loivalla voima.avi*) käännöksen alituksessa voimantuotto alkaa ulkojalan lateraalipuolelta, - hyvinkin pitkältä sivulta, ja/tai päkiän mediaalipuolelta (kuva 4).



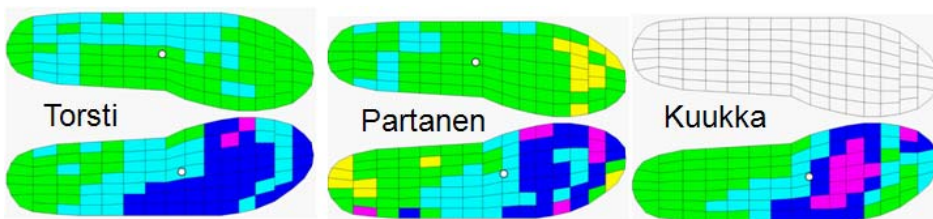
Kuva 4. Vasemmalle käännöksen ohjausvaiheen aloitus loivalla.

Oikolinjassa tuotetaan suurimmat voimat, jolloin suurimmat voimantuottoalueet ovat päkiän mediaalipuolella. Sisäjalan voimantuotto jakautuu tasaisesti koko jalkaterän alueelle. (Kuva 5).



Kuva 5. Oikolinjassa maksimivoiman tuottohetki vasemmalle käännöksessä.

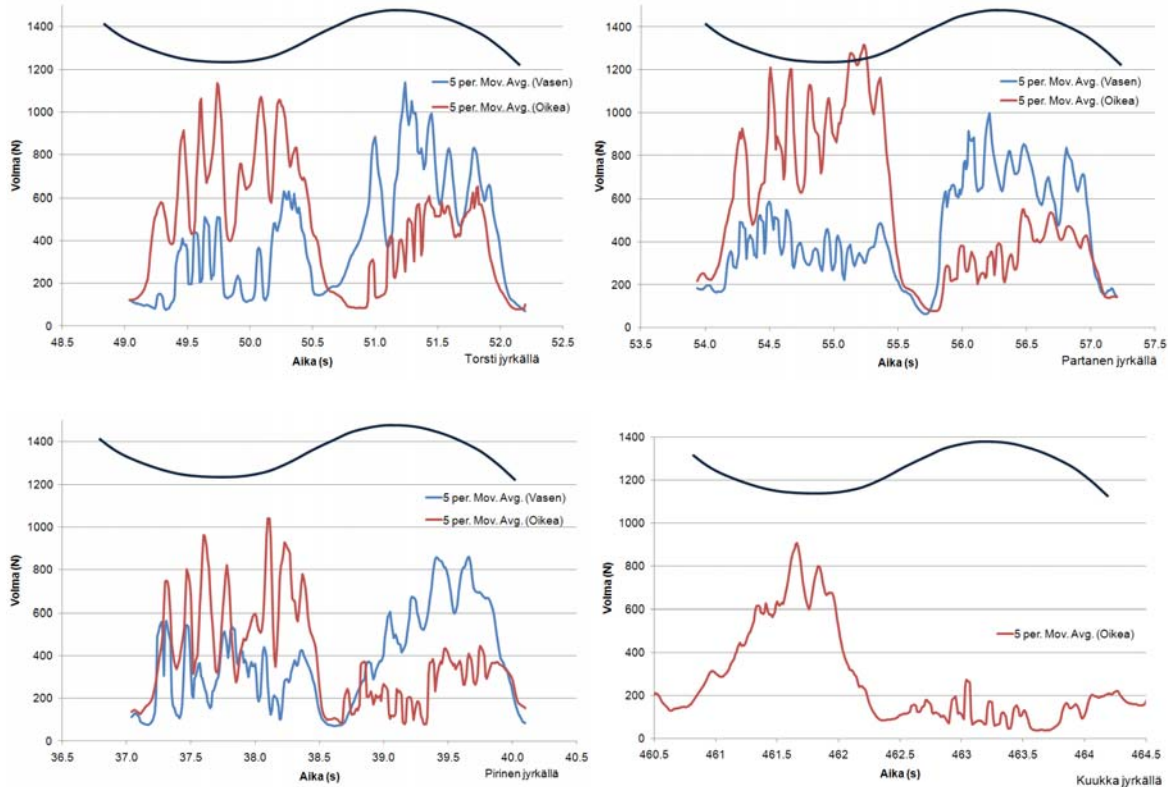
Painekekipiste on käännöksen alussa ulkojalassa jalkaterän keskellä (*videoleikkeet Etunimi Sukunimi loivalla tukipiste.avi*). Käännöksen jatkuessa painekekipiste liikuu eteenpäin kohti päkiää, mutta vain lyhyen matkaa. Maksimivoiman tuottohetkellä se on pisimmillään edessä, mutta silloinkin vain muutaman cm:n päässä jalkaterän keskikohdasta. Sisäjalan painekekipiste säilyy koko käännöksen ajan jalkaterän keskellä. (Kuva 6).



Kuva 6. Painekekipisteiden sijainti oikolinjassa maksimivoiman tuottohetkellä karvingkäännöksessä loivalla. Kuvissa käännösuunta vasemmalle.

Käännös jyrkällä

Kuvassa 7 on neljän laskijan GS laskun voimakäyrät Levi Black rinteen loppujyrkältä.



Kuvat 7. Neljän laskijan kahden portin käännösvoimat jyrkällä.

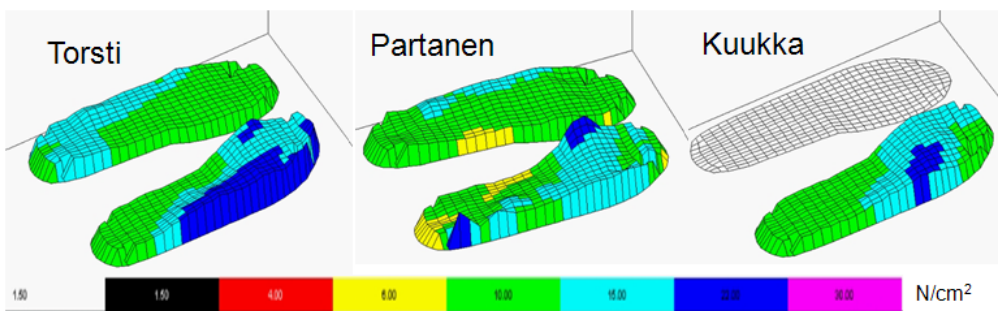
Kuvan 7 kuvaajista näkyy, että suurpujottelun karvingkäännöksissä jyrkällä ulkosuksen voimantuotto on hallitseva. Loivalla tapahtuneeseen käännökseen verrattuna sisäjalan voimantuotto on suurempaa. Pirisen mittauksessa kaikki pohjallisten anturit eivät olleet aktiivisena, joka selittää hänen alhaiset voimatasot. Kuukan kohdalla vasemman pohjallisen datakaapeli oli irronnut liittimestään, joten sen voimia ei ole esitettäväksi. käännöksen aloituksessa paine ulkosukseen kasvaa. Samalla molempiin suksiin kohdistuu hakkaamista, joka on paljon voimakkaampaa kuin loivalla käännettäessä. Hakkaavuus kuvastaa suksen otteen pitävyyttä radan pintaan. Otteen heiketessä tai irrotessa voima vähenee ja tartunnan osuessa kohdalleen se kasvaa. Hakkaava tärinä on taajaa ja yhtäaikaista molempiin suksiin, - ei vuoroittaista, joten laskijalla ei ole mahdollisuutta tai aikaa tukeutua viereiseen sukseen kun toisen suksen ote rinteeseen herpaantuu. Suksiin tuotetut voimat eivät saavuta vakaata tasoa oikolinjassakaan.

Lähimmäksi tätä pääsee Justus Kuukka, hänen oikealla jalalla voimantuotto ulkosukseen on tasaisempi kuin muilla ja sisäsukseen huomattavasti muita alhaisempi. Itse asiassa hänen voimantuotot jyrkällä ja loivalla ovat lähes identtiset, kun taas toisilla voimantuotto sisäsukseen on jyrkällä huomattavasti voimakkaampaa. Kuukalla myös pohjaallisiin tuotettu voima oli pienin, mikä voi kertoa hitaammasta vauhdista.

Huolimatta suuremmasta nopeudesta jyrkällä tuotetut voimat eivät ole loivan käännöksiä suurempia. Osaltaan ”voimavajaus” johtunee suksiin kohdistuvasta hakkaavasta tärinästä. Toisaalta taas laskijan omat aktiiviset liikkeet kohtisuoraan suksia vasten ovat vähäisempiä kuin loivalla tai pujottelukäännöksissä. Lisäksi tässä valitut käännökset jyrkällä olivat kestoiltaan pitempiä, joten vaikka laskijan aktiivinen liike olisikin ollut yhtä laaja kuin loivalla, niin hitaammin tehtynä sen tuottama voima jää pienemmäksi.

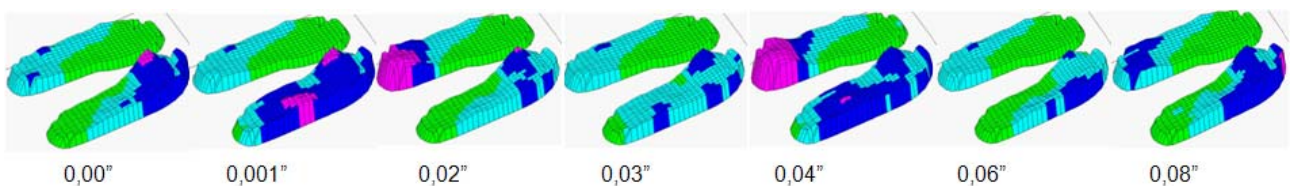
Mielenkiintoista kuvassa 7. on laskijoiden erimittaiset ja erilaiset käännöksenvaihtovaiheet. Torstilla pienipaineinen vaihe on kaikkein lyhin, eivätkä molemmat sukset ole yhtä aikaa paineettomana. Sen sijaan Partasella ja Pirisellä molemmat sukset kulkevat käännöksen vaihdossa hetken aikaa lähes ilman painetta. Tämä sama on nähtävissä myös loivalla tehdyissä käännöksissä (kuva 3).

Jalkapohjan painekuvien mukaan (*videoleikkeet Etunimi Sukunimi jyrkällä voima.avi*) käännös jyrkällä alkaa (kuvat 8) yllättävän yhdenmukaisesti samalla mallilla kuin loivalla.



Kuva 8. Vasemmalle käännöksen ohjausvaiheen aloitus jyrkällä.

Kuten voimantuottokäyristä näkee, voimamuutokset ovat suuria oikolinjassa. Kuvassa 9 on esimerkkinä yhden laskijan vasemmalle käännöksen painejakaumaa 0,08 s ajalta oikolinjassa.



Kuva 9. Jyrkällä vasemmalle käännöksen aktiivisen ohjausvaiheen voimajakaumaa.

Ulkojalan painekeskkipiste liikkuu kuvan 9 voimajakaumaa mukaillen (*videoleikkeet Etunimi Sukunimi jyrkällä tukipiste.avi*). Se liikkuu niin eteen kuin taakse keskilinjasta. Sisäjalan painekeskkipiste sahaa jalkaterän keskikohdan ja siitä pari cm:ä taaksepäin välistä aluetta koko käännöksen ajan. Vain Justus Kuukalla ulkojalan painekeskkipiste oli käännöksen aikana jalkaterän keskilinjan etupuolella ja säilyi keskilinjalla sisäjalassa.

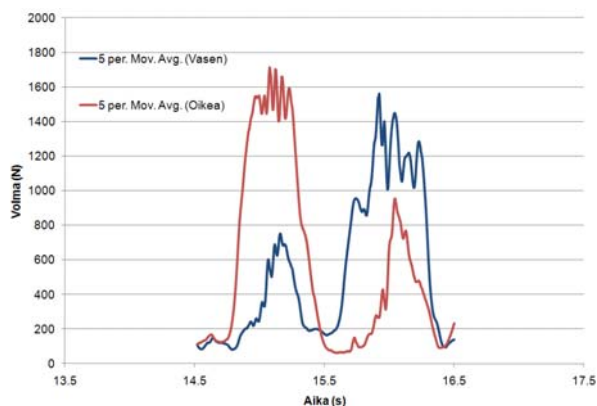
Pohdintaa

Mitattu voima oli kohtisuoraan monon pohjaa vasten tuotettua painetta, joten sivuttais- tai eteen/taakse voimia painepohjallisilla ei voitu mitata. Kun suksi on vankasti kontaktissa rinnettä vasten laskija voi aktiivisilla liikkeillään ja keskipakovoimaa vastustaen tuottaa suuriakin voimia. Mikäli ote rinteestä herpaantuu ja suksi luisuu rinteeseen pintaa pitkin tai irtoaa kokonaan voima heikkenee, vaikka edellä mainitut voimantuottotavat jatkuisivatkin.

Loivalla ja jyrkässä suurpujottelun karvingkäännösten voimantuotot ovat erilaisia. Loivalla käännösvoimat tuotetaan ulkojalalla lähes kokonaan. Jyrkässä myös sisäjalka oli aktiivisena ja sen aktiivisuus kasvoi käännöksen lopussa. Ulkosuksi ei dominoinut käännöksessä niin voimakkaasti kuin esim. Gurshmanin(2005) mukaan (70/30 %). Gurshmanin (2005) mukaan suurpujottelussa voimantuotto jakautuu 70/30 % ulko- ja sisäsukseen. Tässä pilottimittauksessa tuo suhde ei toteutunut loivalla käännettäessä. Syynä voi olla, että loiva rinneosuus oli liian loiva laskijoille. Sen sijaan jyrkkä täytti varmasti omalta osaltaan kriteerin.

Ulkosukseen tuotetut voimat eivät eronneet toisistaan loivalla ja jyrkällä. Jyrkällä suurempaa voimantuottoa puolsi nopeampi vauhti, joka mahdollisti voimakkaamman työn keskipakovoimaa vasten. Voimantuottoa jyrkällä ulkosukseen hillitsi rinnekontaktin hakkaavuus ja voimantuoton jakautuminen myös sisäsukseen. Mittauskohdassa jyrkällä porttivälit olivat pidemmät kuin loivalla, joten laskijan aktiiviset liikkeet vasten suksea olivat hitaampia, jolloin niiden tuottama liikevoima ei noussut suureksi.

Tuotetut voimamaksimit olivat samaa tasoa kuin aikaisemmissa pujottelumittauksissamme (Keränen ym. 2007 ja 2008, Salo ym. 2008) (kuva 10), sekä lähdehauissa (mm. Vodicková ym. 2005 ja Spitzenpfeil ym. 2005). Hetkellinenkään maksimivoima ei kohoa pujottelun vastaavia korkeammaksi, joten kun suurpujottelussa voima tuotetaan suuressa nopeudessa keskipakovoimaa vasten ”puristamalla”, niin pujottelun käännösvoimassa korostuu laskijan aktiiviset liikkeet.



Kuva 10. Esimerkkikuvaaja pujottelukäännösten voimantuottokuvaajista.

Tekniikkalajina suurpujotellun karvingkäännöksen voimanvaatimukset ja –haasteet ovat pitkäkestoisessa kontrolloidussa voimantuotossa. Pitkät lihasaktiivisuudet käännösten aikana johtavat happivelkaan, joka rajoittaa voimantuottoa ja hienomotoriikkaa (Tomazin ym. 2008). Myös suksien hakkaavuus pitkäkestoisen suorituksen aikana altistaa koko kehon korkeataajuiseen värinään, joka myös väsyttää hermolihasjärjestelmää heikentäen motorista kontrollia (Mottram ym. 2005).