

URAMUOTO

www.luistintohtori.fi

20.10.2019

1 Ympyräura eli ROH-teroitus

Kuvassa 1 on luistimen terän poikkileikkaus. Terän leveys (paksuus) on d . Terä on teroitettu ympyräsäteellä r (ROH = radius of hollow). Tällöin teräkulmaksi tulee α ja uran syvyydeksi h . Teräkulma määrää, kuinka terävä terä on: mitä terävämpi kulma, sitä terävämpi terä.

Geometrian mukaan apukolmion yksi kulma on myös α . Apukolmion merkin­nön voidaan teräkulma ratkaista suoraan:

$$\cos \alpha = \frac{d}{2r} \quad \Rightarrow \quad \alpha = \arccos \frac{d}{2r} . \quad (1)$$

Jos puolestaan halutaan määrittää tiettyä teräkulmaa vastaava teroitussäde, saadaan sekin välittömästi:

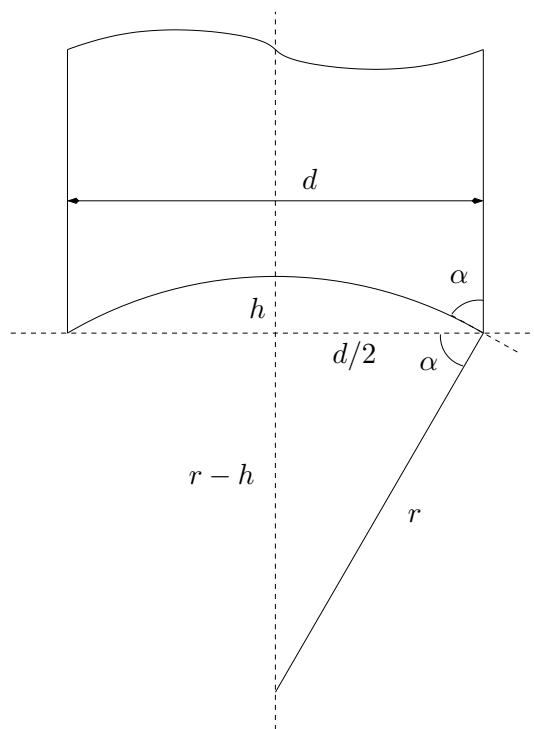
$$r = \frac{d}{2 \cos \alpha} . \quad (2)$$

Apukolmiosta saadaan Pythagoraan lauseen perusteella

$$(r - h)^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2 = r^2 . \quad (3)$$

Tämä johtaa toisen asteen yhtälöön, jonka kelvollinen ratkaisu urasyvyydelle on

$$h = r - \sqrt{r^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2} . \quad (4)$$

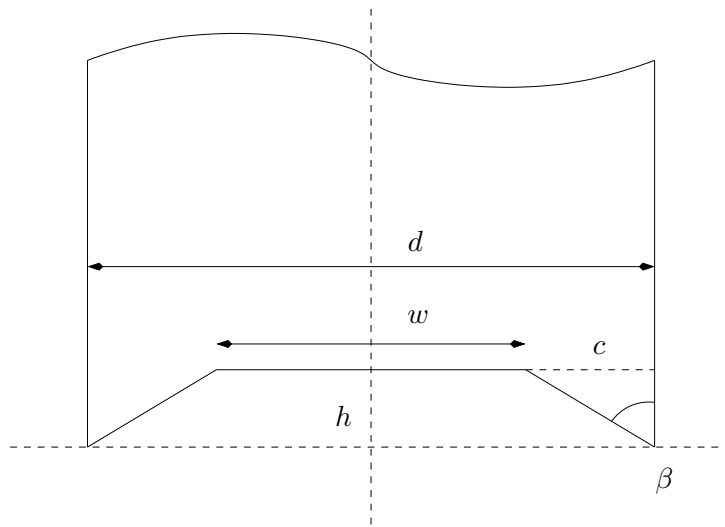


Kuva 1: Ympyräura eli ROH-teroitus (radius of hollow).

Jääkiekkoluistimen terän leveys on 3 mm. Jos teroitussäde on 22 mm, saadaan teräkulmaksi $86,1^\circ$ ja uran syvyydeksi 51 μm . Jos teroitussäde on sen sijaan 28 mm, teräkulma on $86,9^\circ$ ja urasyvyys 40 μm . Pelkästään lukuja vertaamalla teroitusten erot ovat melko pienet. Käytännön luistelutuntumassa ero huomattava: matalalla uralla (28 mm teroitussäde) liuku on parempi, syvemmällä uralla (22 mm teroitussäde) saadaan parempi pito. Kaavoista ja tästä esimerkistä saadaan luistinten teroitusten ensimmäinen pääsääntö:

Mitä pienempi teroitussäde, sitä syvempi ura ja terävämpi terä.

Kun luistimet jätetään teroitukseen, täytyy teroittajan tietää teroitussäde. Se vaihtelee normaalisti välillä 15...35 mm. Käytännössä 22 mm on harrastajakiekkoilijan perusterävä teroitus. 28 mm puolestaan liukuu mukavasti, mutta siinä pito saattaa olla jo joillekin pelaajille riittämätön. Asiaan vaikuttaa mm. henkilökohtaiset tottumukset, pelityyli ja jään kovuus.



Kuva 2: Tasapohjaura eli FBV-teroitus (flat bottom V).

2 Tasapohjaura eli FBV-teroitus

2.1 Perusteet

Kuvassa 2 esitetään Blacksteelin FBV-teroituksen muoto. Uran pohja on tasainen ja reunoissa on kolmiomaiset väkäset, joiden avulla terään saadaan pito. Tästä muodosta johtuu myös teroituksen nimi: flat bottom V. Mitä terävämmät väkäset, sitä terävämpi terä.

FBV-teroitus merkitään $W - H$. Mitä tämä tarkoittaa käytännössä? Tutkitaan FBV- ja ROH-teroitusten vastaavuuksia taulukon 1 avulla. Muutetaan ROH-tuumat millimetreiksi ja lasketaan kaavojen (1) ja (4) avulla ROH-teräkulmat α ja ROH-urasyvytydet h , kun teräleveys on 3 mm. Nähdään, että lasketut teräkulmat α vastaavat taulukon arvoja β melko hyvin.¹ Siten päätellään, että myös alkuperäisessä aineistossa on käytetty $d = 3$ mm.

Sen sijaan laskettu urasyvyys h ei näytä vastaavan suuretta H (edge depth). Ainoastaan 11 ja 22 millimetrin ROH-teroituksilla on voimassa $h \approx H$. Tehdään tämä vihjeen perusteella rohkea oletus: H on FBV-urasyvyys mikrometreinä.² Sitten voidaan laskea pohjan leveys w . Kuvasta 2 saadaan

$$\tan \beta = \frac{c}{h} = \frac{(d - w)/2}{H} \quad \Leftrightarrow \quad w = d - 2H \tan \beta. \quad (5)$$

Pohjaleveydet w on myös laskettu taulukkoon 1.

¹Melko hyvin, mutta ei täsmälleen. Tähän palataan myöhemmin.

²Myöhemmin paljastuu (kuva 4, s. 6), että H :lla on yleisempi merkitys teroitusparametrina, mutta käytännössä oletus on oikea.

flat width	edge depth	edge angle	ROH	ROH				edge angle		
W	H	β [°]	r ["]	r_{FBV} [mm]	α [°]	h [μm]	w [mm]	β [°]	r_{lask} [mm]	
107	75	63,4	1/8	3,175	61,81	377	2,701	63,43	3,354	
105	100	68,2	1/8	3,175	61,81	377	2,500	68,20	4,039	
105	75	73,3	3/16	4,763	71,64	242	2,500	73,30	5,220	
105	50	78,7	1/4	6,350	76,34	180	2,500	78,69	7,649	
100	100	78,7	1/4	6,350	76,34	180	1,999	78,69	7,649	
100	75	81,5	3/8	9,525	80,94	119	1,996	81,47	10,112	
95	100	82,4	7/16	11,113	82,24	102	1,501	82,41	11,350	
100	50	84,3	17/32	13,494	83,62	84	1,998	84,29	15,075	
95	75	84,3	17/32	13,494	83,62	84	1,497	84,29	15,075	
90	100	84,3	17/32	13,494	83,62	84	0,996	84,29	15,075	
98	50		11/16	17,463	85,07	65	1,840	85,24	18,062	
85	100	85,4	11/16	17,463	85,07	65	0,514	85,43	18,810	
90	75	85,7	3/4	19,050	85,48	59	1,005	85,71	20,056	
80	100	86,2	13/16	20,638	85,83	55	-0,011	86,19	22,550	
95	50	86,2	7/8	22,225	86,13	51	1,494	86,19	22,550	
85	75	86,6	15/16	23,813	86,39	47	0,475	86,57	25,045	
75	100	86,7	15/16	23,813	86,39	47	-0,469	86,73	26,293	
92	50		1	25,400	86,61	44	1,310	86,82	27,042	
90	50	87,1	1 1/8	28,575	86,99	39	1,026	87,14	30,038	
80	75	87,1	1 1/8	28,575	86,99	39	0,039	87,14	30,038	
88	50		1 1/4	31,750	87,29	35	0,886	87,40	33,034	
85	50	87,7	1 3/8	34,925	87,54	32	0,510	87,71	37,530	
82	50		1 1/2	38,100	87,74	30	0,462	87,95	42,027	
80	50	88,1	1 5/8	41,275	87,92	27	-0,015	88,09	45,025	
75	50		1 11/16	42,863	87,99	26	0,144	88,36	52,521	
70	50		1 3/4	44,450	88,07	25	0,038	88,57	60,019	

Taulukko 1: FBV- ja ROH-teroitusten tutkimusta. Vasemman puolitaulukon lähtödata on saatu lähteistä [1] (β -arvot) ja [2, s. 85] (β puuttuu).

Taulukosta nähdään, että W :n ja w :n välillä on yhteys: W -luvun ykköset vastaavat (laskentatarkkuudella) uraleveyden w ensimmäistä desimaalia. Esitetään leveysluku W todellisen pohjaleveyden w funktiona kuvan 3 mukaan. Pisteet ovat suoralla, jonka sovituskäyrä on (käytännön tarkkuudella)

$$W = 10w + 80 \quad \Leftrightarrow \quad w = \frac{W - 80}{10} . \quad (6)$$

Jälkimmäinen yhtälö paljastaa leveysluvun W merkityksen: leveysluvusta otetaan ensin pois 80, jolloin saadaan pohjauran leveys millimetrin kymmenyksinä. Eli jos $W = 100$, on uran leveys 2 mm. Tällöin kolmen millimetrin terässä väkästen leveys on 0,5 mm puolellaan.

2.2 Yleistys ja erikoistapaukset

Uraleveys $w = 0$, kun $W = 80$. Silloin väkäset yhtyvät urasyvyydellä H eikä pohjalla ole enää yhtään tasaista. Koska luistimen terä on 3 mm leveä, leveysluvun W maksimi 110. Tällöin uran leveys on sama kuin terän leveys. Tämä teroitus on siis täysin teoreettinen: väkäset olisivat äärettömän ohuet pystysuorat. Siksi taulukossa 1 suurin W -arvo onkin 107, joka ei sekään ole enää käyttökelpoinen. Molemmat erikoistapaukset esitetään kuvassa 4.

Kuitenkin taulukossa on esimerkiksi teroitus 75–100. Tällöin kaavan (6) mukaan pohjauran leveys $w = -0,5$ mm eli negatiivinen. Tämä tarkoittaa, että teräkulma yhä vain kasvaa, väkästen kallistus loivenee ja väkäset leikkaavat toisensa siten, että korkeudella h niiden välinen etäisyys on juuri 0,5 mm. Kuvassa 4 esitetään erikoistapaus, jossa $W = 50$ ja jolloin $w = -3$ mm eli täsmälleen terän leveyden verran. Alle 80:n leveyksillä ura on aina siis kolmiomainen, pohjalla ei ole yhtään tasaista ja luvun pienentyessä ura vain mataloituu. Tällöin ei periaatteessa ole enää mielekästä puhua H :sta urasyvyytenä, vaan yleisemmin todeta, että se on eräs teroituksen parametri.³

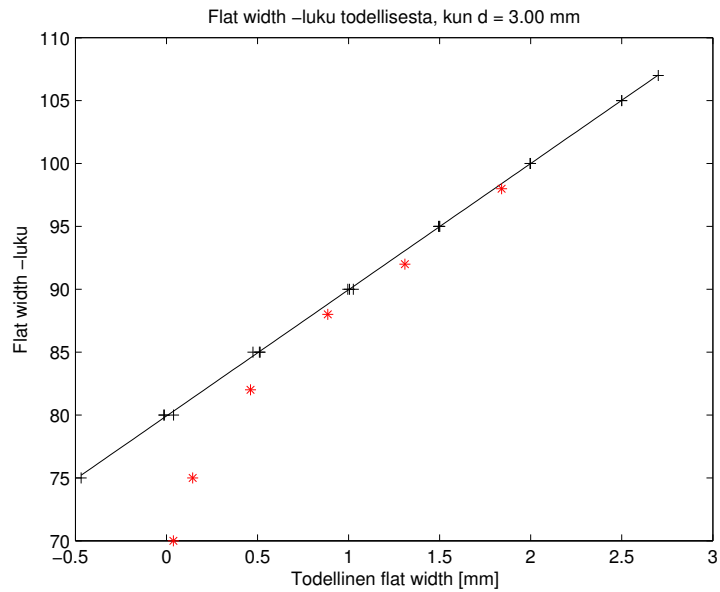
Huomautettakoon vielä, että leveysluvulle W ei ole alarajaa. Kun FBV-teroituksessa $W = -\infty$, on teräkulma $\beta = 90^\circ$ ja terän pohja on tasainen (ei uraa lainkaan) eli niin sanottu flat. ROH-teroituksessa säde on tällöin ∞ . Siten tasaisen terän merkintä FBV-teroituksessa olisi $-\infty - H$. Sen sijaan kuitenkin puhutaan ”flatistä”.

Kaavasta (5) teräkulmalle saadaan (nyt $[H] = \mu\text{m}$)

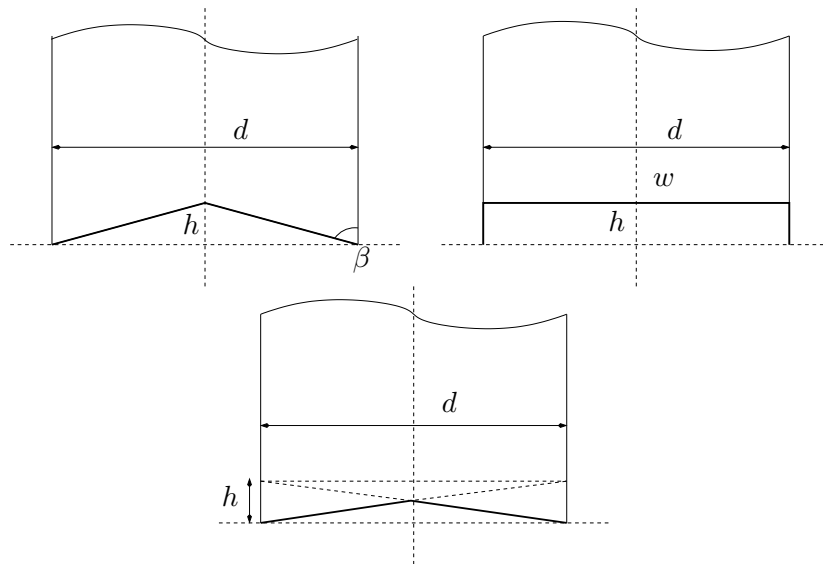
$$\tan \beta = \frac{c}{h} = \frac{(d - w)/2}{H/1000} = \frac{50}{H} [110 - W] , \quad (7)$$

missä viimeinen yhtäsuuruus seuraa kaavasta (6), kun $d = 3$ mm. Lasketaan tällä kaavalla teräkulmat β taulukon 1 toiseksi viimeiseen sarakkeeseen. Nähdään, et-

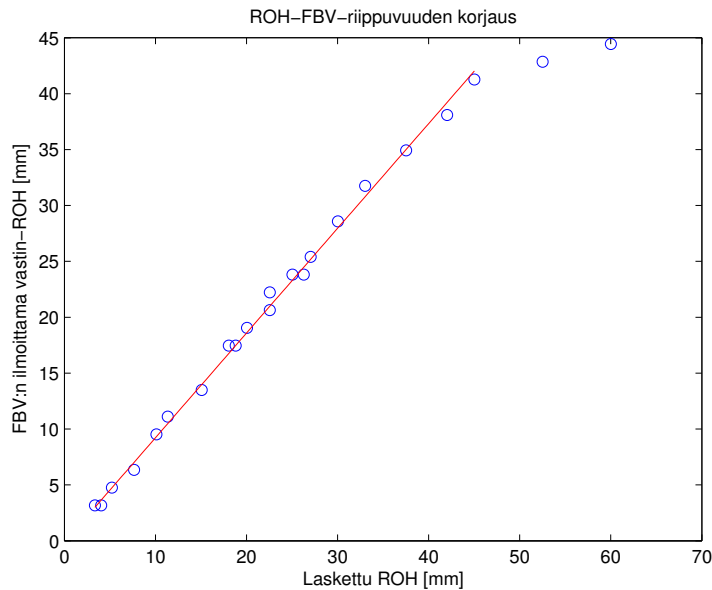
³Käytännön W -luvut ovat sellaisia, että urasyvyys on todellisuudessa oikea termi.



Kuva 3: FBV-teroituksen leveysluku W todellisen pohjauran leveyden w funktiona. Sovitus on tehty mustiin plus-merkkeihin (ehea aineisto [1]) ja tämän sovitusuoran lauseke on $W = 10.04 w + 79.92$. Punaiset tähdet osoittavat viitteen [2] antamia lisäpisteitä (taulukon 1 ne rivit, joilta puuttuu β).



Kuva 4: FBV-teroituksen erikoistapaukset. Vasemmalla $W = 80$ ja oikealla $W = 110$ (terävin mahdollinen). Alla $W = 50$.



Kuva 5: FBV-ROH-relaation tarkentaminen. Sovituksesta on jätetty pois kaksi viimeistä pistettä. Sovitussuoran lauseke on $r_{\text{FBV}} = 0.9368 r_{\text{lask}} - 0.1485$.

tä ensimmäisen desimaalin tarkkuudella se vastaa taulukossa lähtötietona ilmoitettua arvoa. Todetaan, että edellä tehdyt oletukset pitävät siis paikkansa. Näin FBV-teroituksen merkintä on tullut ymmärretyksi ja koodi $W - H$ on saatu ”murrettua”.

2.3 Muunnoskaava

Kun kaavasta (7) laskettu β sijoitetaan α :ksi kaavaan 2, saadaan FBV-teroitusta vastaava ROH-teroitussäde r_{lask} (taulukon 1 viimeinen sarake). Yksikkömuunnoksella saatuihin tuloksiin r_{FBV} (5. sarake, ”valmistajan ilmoitus”) verrattuna säteet ovat systemaattisesti liian suuret; suuremmilla säteillä jo sen verran, että sillä on käytännössä merkitystä. Yksikkömuunnoksella saadut tulokset r_{FBV} vastaavat paremmin pelaajien kokemusta.

Tarkennetaan mallia siis edelleen. Esitetään alkuperäiset ROH-vastaavuudet r_{FBV} lasketujen ROH-arvojen r_{lask} funktiona. Näin nähdään, kuinka todellinen arvo riippuu lasketusta likiarvosta. Kuvaajasta huomataan (kuva 5), että kuvaaja on suora muuten, paitsi pisteet 75–50 ja 70–50 poikkeavat siitä. Jätetään nämä huomiotta ja sovitaan muihin suora. Suoran yhtälöksi tulee

$$r_{\text{FBV}} = 0.9368 r_{\text{lask}} - 0.1485 \quad , \quad (8)$$

missä siis

$$r_{\text{lask}} = \frac{3}{2 \cos \left\{ \arctan \left[\frac{50}{H} (110 - W) \right] \right\}} \quad (9)$$

Tämä on voimassa, kun $r_{\text{lask}} = 3 \dots 45$ mm ja kun terän leveys $d = 3$ mm.

Kuten nähdään, ei FBV-ROH-relaation selvittäminen ole aivan loogista. Internetistä löytyvät taulukot ovat kyllä keskenään sopusoinnussa, mutta ne menevät vain osittain ”päällekkäin”. Ei löydy yhtä lähdettä, joka selvittäisi kaikki eri mahdollisuudet ja ennen kaikkea antaisi valmistajan laskukaavan. Joka tapauksessa kaava (8) on käytännössä täysin oikea. Lisäksi sen kattavuusalue on riittävä normaaleilla urasyvyyksillä, jotka ovat luokkaa 15...35 mm.

2.4 FBV-teroituksen merkityksestä

FBV:n suurin hyöty saavutettaneen ääriteroituksilla: erittäin terävillä luistimilla uran syvyys hallitaan eli se ei ”kaivaudu” liian syväksi kuten käy ROH-uraa syvennettäessä. Tällöin tasapohja ilmeisesti aidosti ”kantaa” ja luisto on ilmeisesti parempi kuin perinteisessä ROH-teroituksessa. Vastaavasti taas hyvin pienillä W -lvuilla (alle 80) saadaan ehkä terän reunaväkänen selvemmäksi kuin vastaavalla ROH-teroituksella, mistä syystä pito saattaa olla parempi kuin ROH:lla. Mutta suurin osa pelaajista (arviolta yli 95 %) pelaa ROH-urilla 10...35 mm ja tällä alueella ROH-teroituksen urasyvytydet ovat 32...113 μm eli samalla alueella kuin FBV:ssä. Todennäköisesti tällä käytännöllisellä alueella uramuotoa ratkaisevampaa on profiili-uramuotoyhteensopivuus pelaajan toiveisiin nähden sekä ennen kaikkea teroituksen sileys: karkea teroitus lisää kitkaa eikä luista, onpa uramuoto mikä tahansa.

3 Kanavaura eli Channel Z -teroitus (ZC)

Kanavaurassa terän pohjaan jyrksitään nimensä mukaisesti kanava. Kanavan leveyttä ja syvyyttä voidaan muuttella. Kanavan leveys on noin kolmannes terän leveydestä eli millimetrin verran ja syvyys samaa luokkaa. Kyseessä ei siis ole mikään suksen olasta vastaava ”naarmu”, vaan selvä hahlo. Tämä uramuoto on jälleen yhden teroituskonevalmistajan (Prosharp) oma kehitys, josta se käyttää nimeä Channel Z -teroitus.

Kanavan ideaa markkinoidaan sillä, että hahlo vähentää kitkaa terän ja jään välillä, mutta samalla useampi särmä antaa silti hyvän pidon. Kuuleman mukaan terän ja jään väliin syntyvä vesi pääsee kanavan kautta pois ja siksi liuku paranee. Tämä on hieman ristiriitaista sen tosiasian kanssa, että luistimen liuku jäällä perustuu nimenomaan terän ja jään väliseen vesikalvoon. Ilmeisesti kanava ei ”kuivata” vesikerrosta kokonaan, vaan optimoi sen paksuuden liu’un parantamiseksi. Toinen kriittinen havainto kohdistuu terän jäähän koskettavaan pinta-alaan: hahlon

myötä pinta-ala pienee, jolloin paine kasvaa, josta puolestaan seuraa terän painuminen syvemmälle jäähän ja suurempi vastus. Näin ei ilmeisesti kuitenkaan ole, vaan asiaan vaikuttaa useita erisuuntaisia ilmiöitä siten, että todellisesta tasapainosta on mahdoton sanoa mitään ilman objektiivista tutkimusta. Todetaan vain, että ZC-teroitus on eksoottinen ja ainakin toistaiseksi marginaalisessa käytössä.

Eräs pohjoisamerikkalainen teroitustiimi ilmoittaa tekevänsä viittä eri ZC-teroitusta [3]. Numero 1 on pitävin ja sen ilmoitetaan vastaavan 9,5 mm:n ROH-teroitusta. ”Loivin” teroitus on ZC5 ja se vastaa ROH-urana 19 mm. Tämän perusteella Channel Z -teroitukset ovat hyvin pitäviä — tavalliselle harrastajalle ehkä liiankin, sillä heidän ROH-uransa ovat yli 95-prosenttisesti alueella 22...28 mm. Johdopäätös on jälleen, että tämäkin erikoisteroitus lienee parhaimmillaan vasta haettaessa äärimmäistä terävyyttä (jotkut ammattilaiset).

4 Lopuksi

ROH-ura on kaikista perinteisin teroitus, koska sellainen teroituskone on helppoin rakentaa. Vasta 2000-luvun yleinen tekninen kehitys on tehnyt mahdolliseksi koneet, joilla voidaan uran muotoa muuttella (ainakin FBV ja ZC).

Edellä esitetyn perusteella erikoisuramuoto tuonee etua lähinnä joissakin (äärimmäisen) terävissä teroituksissa, kun tavoitellaan suurta pitoa ilman, että menetetään liukua. Mikäli pelaajalle riittää maltillinen pito — kuten useimmille ammattilaisillekin, lienee erikoisteroituksista turha odottaa suurta mullistusta omaan luisteluun. Erikoisteroituksia markkinoivat tahot eivät myöskään esitä nettisivuillaan tieteellisiä ja objektiivisia tutkimuksia aiheesta, mikä helposti antaa aiheen epäillä todellisia hyötyjä. Joku pelaaja voi tietysti subjektiivisesti pitää jostakin teroituksesta. Tässäkin tapauksessa kannattaa muistaa plasebo-vaikutus: kun tiedetään, että terissä on kovasti keuhuttu teroitus, tuntuu se helposti paremmalta, vaikka objektiivisesti arvioituna paremmuutta olisikin vaikea osoittaa.

Onpa ura muoto mikä tahansa, tulee teroitustuloksen ehdottomasti olla sileä ja särmien kauniit. Yleinen luonnonlaki nimittäin on, että karkealla pinnalla kitkakerroin on suurempi ja liuku huonompi. Jos ensimmäinen uramuoto on karkeaksi teroitettu ja sitten teetetään toinen uramuoto, joka onkin kiiltäväksi viimeistely, voidaan erheellisesti luulla, että ero johtuu uramuodosta, vaikka kyse oikeasti onkin teroituksen viimeistelystä.

Ilman objektiivista ja tieteellistä tutkimusta on mahdotonta ottaa mitään kantaa siihen, mikä on uramuodon todellinen vaikutus luistimen ominaisuuksiin. Kaukallisten toimijoiden intressinä on aina myös omat taloudelliset edut, joten heidän puheensa eivät vielä osoita mitään. Toisaalta paras ura taikka teroitus on se, joka pelaajasta subjektiivisesti tuntuu parhaalta, olkoonkin, että kyseessä voi olla plasebo-ilmiö. Tärkeää myös on, että tähän omaan optimiin on päädytty kokeilemalla eri vaihtoehtoja.

5 Viitteet

- [1] *Like the hockey.* Verkkosivu. Saatavissa osoitteesta <https://likethehockey.wordpress.com/tag/flat-bottom-v/>, 20.10.2019.
- [2] R. Koivunen ja A. Piispanen. *Huoltajan opas.* Suomen jääkiekkoliitto, Helsinki, 2016.
- [3] *No-Icing Sports.* Verkkosivu. Saatavissa osoitteesta <https://www.noicingsports.com/z-channel-sharpening>, 20.10.2019.