



Med eller mot kjøreretning? Effekten av filretning og -vinkel ved kantsliping av alpinski

Forfattere: Tina Vigstad-Petersen og Eirik Vigstad-Petersen, Elvebakken videregående skole

Kantsliping er avgjørende for alpinskiens grep, kontroll og sikkerhet, men hvor stor betydning har egentlig filretning og filvinkel for resultatet? I praksis anbefales det ofte å file med kjøreretningen i 90° vinkel for å oppnå skarpest mulig kant. Denne studien undersøker om denne anbefalingen faktisk gir bedre resultater enn andre alternativer. Gjennom et eksperiment på tre identiske alpinski ble effekten av tre filvinkler og to filretninger analysert. Skarpheten ble målt kvantitativt med knivskarphetmåler før og etter gjentatte fildrag, og resultatene ble statistisk analysert med t-tester. Studien indikerer at både filvinkel og filretning påvirker slipeeffekten, særlig ved 90° vinkel, der filing med kjøreretning gir signifikant høyere og mer stabile effekter.

Introduksjon

Stålkantene på alpinski krever jevnlig vedlikehold for å sikre godt grep, kontroll og sikkerhet under varierende forhold (Åsnes academy, 2023; Skidvalla.se, 2022). Filing av stålkanten er en sentral del av dette arbeidet, der faktorer som vinkelvalg og filretning påvirker hvordan kanten fungerer under kjøring. I alpinmiljøet er det en vanlig oppfatning at man skal file med kjøreretning, tip to tail (D'Agostino, 2004), for skarpere kanter, mens filing mot kjøreretning kan gi en mer ugunstig kantstruktur. Selv om disse prinsippene er godt etablert i praksis hos skiservice-aktører, finnes det begrenset forskning som undersøker effekten av å avvike fra anbefalte metoder. Dette prosjektet går derfor ut på å teste om anbefalingene faktisk gir målbare forskjeller i resultatet.

Formålet med studien er å undersøke hvordan kantsliping påvirkes av ulike filretninger og vinkler: med kjøreretning i 90° og 45°, mot kjøreretning i 90° og 45°, samt på tvers (0°). På grunn av filens utforming er retning irrelevant for filing på tvers. Studien tar utgangspunkt i følgende forskningsspørsmål: *Hvordan påvirker filvinkel (0°, 45°, 90°) og filretning (med kjøreretning og mot kjøreretning) skarpheten på alpinski?*

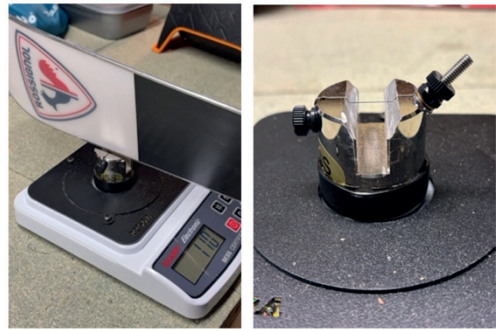
Metode

Studien undersøkte to hovedvariabler. Filvinkel (0°, 45°, 90°) og filretning (med kjøreretning og mot kjøreretning), se figur 3. Forsøket ble utført på 3 identiske Rossignol racing alpinski, til sammen 6 kanter, uten tidligere skader.

Det ble brukt knivskarphetmåler tilpasset stålkanten for ski, mikroskop, SWIX filholder, Mr.Grippy prep-stativ og grovfilen Bastard fra SWIX, se figur 1.



Figur 1: Benyttet utstyr



Figur 2: Knivskarphetsmåler



Figur 3: Filvinkler, hhv 45°, 90° og 0° (tverr)



For hver testkombinasjon ble det utført 6 standardiserte fildrag. Trykket ble ikke målt instrumentelt, noe som kan redusere validiteten i resultatene, men samme person utførte alle filingene for å sikre størst mulig konsistens.

Kantens skarphet ble målt med knivskarphetsmåler (trykk i gram) etter hvert fildrag. Skiene ble ført over en tråd, og trykket som skulle til for at tråden ble kuttet er et mål på stålkantens skarphet, se figur 2. Ujevnheter og naturlige forskjeller i kanten er å forvente, derfor ble skien delt inn i 5 seksjoner for å sikre målinger på hele kanten, se figur 4. Kantens skarphet ble dermed målt 5-6 ganger for hver kombinasjon.

For å øke validiteten ble alle filingene utført innendørs, i lik belysning, på samme arbeidsbenk, av samme person, og skiene ble festet likt hver gang. Det ble heller ikke brukt smøring, sliping eller ekstra verktøy mellom testene for å ikke påvirke resultatene.

Dataene ble analysert ved å beregne endringen i skarphet (trykk i gram) etter hvert fildrag. Dette ble gjort fordi skiene ikke hadde helt identisk utgangsskarphet før forsøket startet. Ved å analysere forskjellen mellom målingene før og etter hvert drag, ble effekten av selve filingsteknikken isolert.

For å undersøke om det var statistisk signifikante forskjeller mellom filvinkler og filretninger, ble det gjennomført t-tester der én variabel ble sammenlignet om gangen mens den andre ble holdt konstant. Signifikansnivået ble satt til $p < 0,05$. For hver sammenligning ble følgende hypoteser testet:
Nullhypotese (H_0): *Hverken filvinkel eller filretning har signifikant effekt på endring i stålkantens skarphet.*

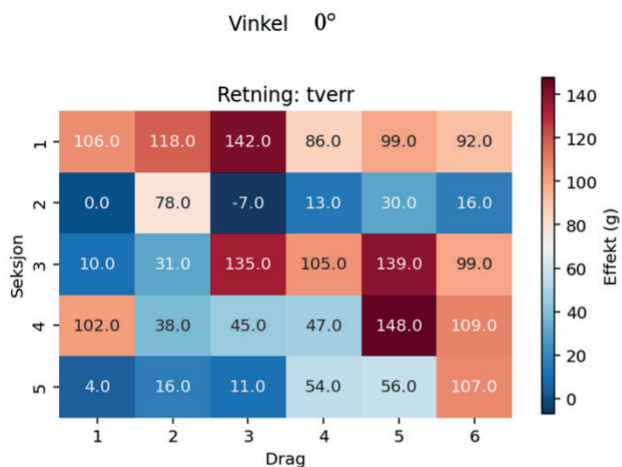
Figur 4: Inndeling av kantens seksjoner

Alternativ hypotese (H_A): *Filvinkel og filretning har signifikant effekt på endring i stålkantens skarphet.*

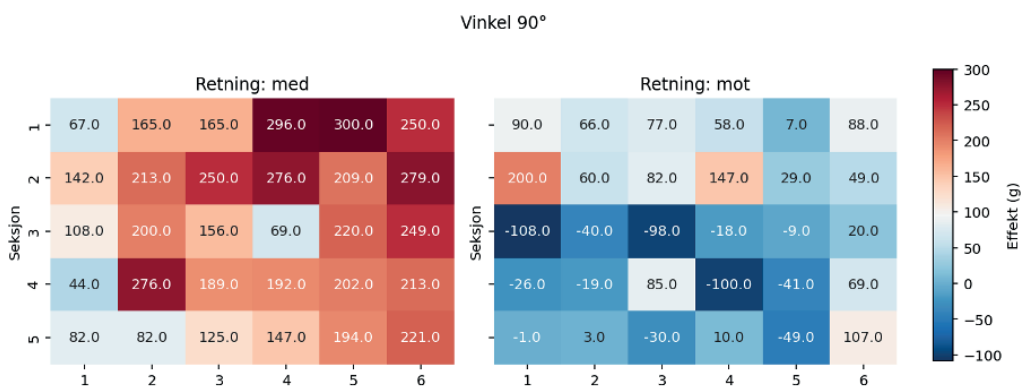
Metoden omfatter ikke testing av kantgrep eller kjøreegenskaper på snø, langtidstesting av hvordan ulike filingsteknikker påvirker kantens levetid og kvalitet, eller basevinkeljustering, selv om dette er en del av helhetlig kantpreparering (Swix/Toko, 2019). Disse avgrensningene gjør at studien fokuserer på kantstruktur, ikke kjøredynamikk eller ytelse på snø.

Resultater

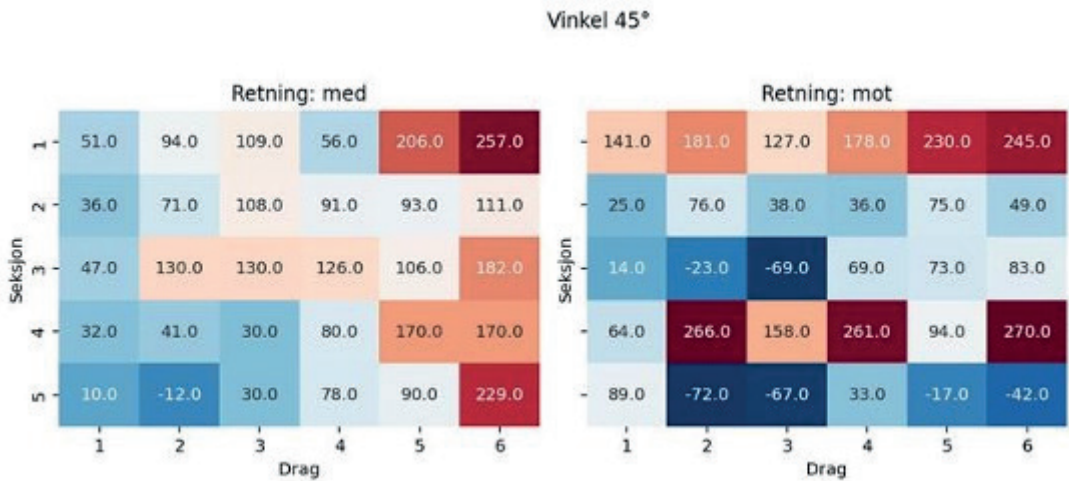
Figur 5-7 viser hvordan skarpheten til stålkanten endres når antall fildrag øker. Radene viser seksjoner, mens kolonnene viser antall drag. Hver rute viser endring i skarphet, målt i gram. Positive tall viser således skarpere kant, mens negative tall viser at kanten har blitt sløvere. I tabellene er dette grafisk fremstilt ved hjelp av fargenyanser.



Figur 5: Resultater tverrstilt fil



Figur 6: Resultater 90 graders fil, med og mot kjøreretning



Figur 7: Resultater 45 graders fil, med og mot kjøreretning

Tabellen viser resultatene av statistiske sammenligninger mellom filvinkler og filretninger utført med t-tester. Hver rad representerer én sammenligning mellom to grupper, der enten vinkel eller retning er variert mens den andre variabelen holdes konstant. Tabellen angir hvilke grupper som er sammenlignet, antall målinger i hver gruppe og tilhørende p-verdi. Statistisk signifikans er angitt for hver test.

Tabell 1: T-test resultater

Hva sammenliknes	Holdt konstant	Sammenlikning	Antall målinger (A)	Antall målinger (B)	p-verdi	Signifikant
Vinkler	med	90 vs 45	30	30	0.000007	Ja
Vinkler	mot	90 vs 45	30	30	0.008039	Ja
Retninger	90	med vs mot	30	30	4.09e-12	Ja
Retninger	45	med vs mot	30	30	0.581706	Nei

Diskusjon

Denne studien undersøkte hvordan filvinkel og filretning påvirker skarpheten på stålkanten til alpinski. Resultatene viser at både filvinkel og filretning har betydning for slipeeffekten, og at samspillet mellom disse variablene er avgjørende, særlig ved 90° filvinkel.

Ved 90° med kjøreretning var det høye og stabile effektverdier i alle seksjoner, se figur 6. Skarpheten økte jevnt med antall drag, og flere seksjoner nådde verdier over 200 g etter få drag. Dette viser at denne kombinasjonen er effektiv for kantsliping. Når det derimot ble fillet mot kjøreretningen i 90°, var effektverdiene lavere og mer ujevnt fordelt, og enkelte seksjoner viste negativ effekt, se figur 6. Dette tyder på at filing mot kjøreretningen i denne vinkelen kan redusere slipeeffekten.

For 45° filvinkel var resultatene mer varierende, se figur 7. Filing med kjøreretning ga en gradvis økning i skarphet, mens filing mot kjøreretning viste større variasjon mellom seksjonene. De statistiske analysene

viser at 90° filvinkel ga en signifikant større skarphetseffekt enn 45°, både ved filing med og mot kjøreretning, se tabell 1. Videre ble det funnet en signifikant forskjell mellom filing med og mot kjøreretning ved 90° filvinkel, mens det ved 45° ikke ble påvist noen statistisk signifikant forskjell mellom retningene, se tabell 1. Den høye t-verdien ved 90° filvinkel viser en tydelig forskjell mellom retningene, mens den lave t-verdien ved 45° tyder på liten forskjell mellom retningene, se tabell 1.

Tverrfiling ga relativt jevne effektverdier, men uten de tydelige ytterpunktene som observeres ved 90°, se figur 5. Metoden fremstår dermed som mindre effektiv enn 90° med kjøreretning, men heller ikke like nevklende som 90° mot kjøreretning. Selv om denne teknikken er lite omtalt, viser resultatene at den ikke nødvendigvis er skadelig for skarpheten, men heller mindre effektiv dersom målet er maksimalt kantgrep. Studien har flere begrensninger. Trykket under filing ble ikke målt instrumentelt, og små variasjoner i håndføring kan ha påvirket resultatene. Videre kan plasseringen av skien i knivskarphetmåleren ha variert noe mellom målingene, noe som kan endre vinkelen mellom kanten og måleinstrumentet og dermed påvirke resultatet. Dette gjelder særlig seksjon 3, der bindingen er montert, og tilgangen til kanten er annerledes enn på de øvrige seksjonene.

Videre kan det ha forekommet små variasjoner i nøyaktig hvor på hver seksjon målingen ble utført. Selv om hver seksjon hadde fast lengde, kan ujevnheter i kanten gjøre at målinger tatt noen millimeter fra hverandre gir ulike verdier, se figur 4. I tillegg varierer filens kontaktflate med filvinkel, se figur 2, noe som kan ha gitt 90° vinkel en fordel i denne studien. Til slutt kan variasjoner i kantens opprinnelige materialstruktur ha påvirket resultatene. Selv om analysen tok utgangspunkt i endring i skarphet for ulike utgangskarphet, kan strukturelle forskjeller ha påvirket hvor raskt og i hvilken grad kanten responderte på filing.

En annen mulig svakhet ved studien er at vi utførte mange separate t-tester. Dette øker risikoen for falske positive resultater, altså at enkelte forskjeller kan framstå som signifikante selv om de ikke egentlig er det. En mulig forbedring for framtidige studier kunne være å bruke en flervariabel analyse, for eksempel ANOVA, som kan sammenligne flere grupper samtidig og reduser sjansen for slike feil.

Studien har også styrker. Bruken av identiske ski og standardisert utstyr reduserer variasjon mellom testene. Testene ble utført under kontrollerte forhold, og et relativt høyt antall målinger per kombinasjon gir et bedre statistisk grunnlag for sammenligningene. Overflatestrukturen til stålkanten (grov, fin, mønsterendringer) ble også vurdert med mikroskop før og etter testene, men disse observasjonene ble ikke inkludert i analysen, da de ikke viste systematiske forskjeller mellom filvinkler og filretninger. De viste kun mindre endringer som redusert overflaterust.

Konklusjon

Resultatene viser at både filvinkel og filretning påvirker slipeeffekten, og særlig 90° med kjøreretning gir høyere og mer stabile effektverdier. Dette stemmer med den alternative hypotesen og innebærer at nullhypotesen kan forkastes. Studien støtter dermed anbefalinger om filing med kjøreretning, samtidig som den viser at avvik fra anbefalt metode ikke nødvendigvis gir entydig negative utfall, men heller mer variable og mindre forutsigbare resultater.

Referanseliste

- D'Agostino, R. (2004). *Hand-tune your skis*. *Ski magazine*. Hentet fra: <https://www.skimag.com/adventure/hand-tune-your-skis/>
- Skidvalla.se. (2022). Sliping av stålkantene. utførlig guide. Hentet fra: <https://skidvalla.se/pages/slipa-stalkanter>
- Swix / Toko. (2019). *Edge Tuning Manual*. Swix/Toko Racing Service. Hentet fra: https://www.toko.ch/fileadmin/Dateiliste/Products/Downloads/Wax_Tuning_Manual_ESN/Waxmanual_Edge_Tuning.pdf

Vallorbe. (2020). Icecut Carving Ski File. Technical Data Sheet. Usines Métallurgiques de Vallorbe. Hentet fra:
<https://www.vallorbe.com/en-ch/products/files>

Åsnes Academy. (2023). Tuning steel edges. general rules. Hentet fra:
<https://asnes-academy.com/en/choose-the-right-gear/tuning-steel-edges/>

