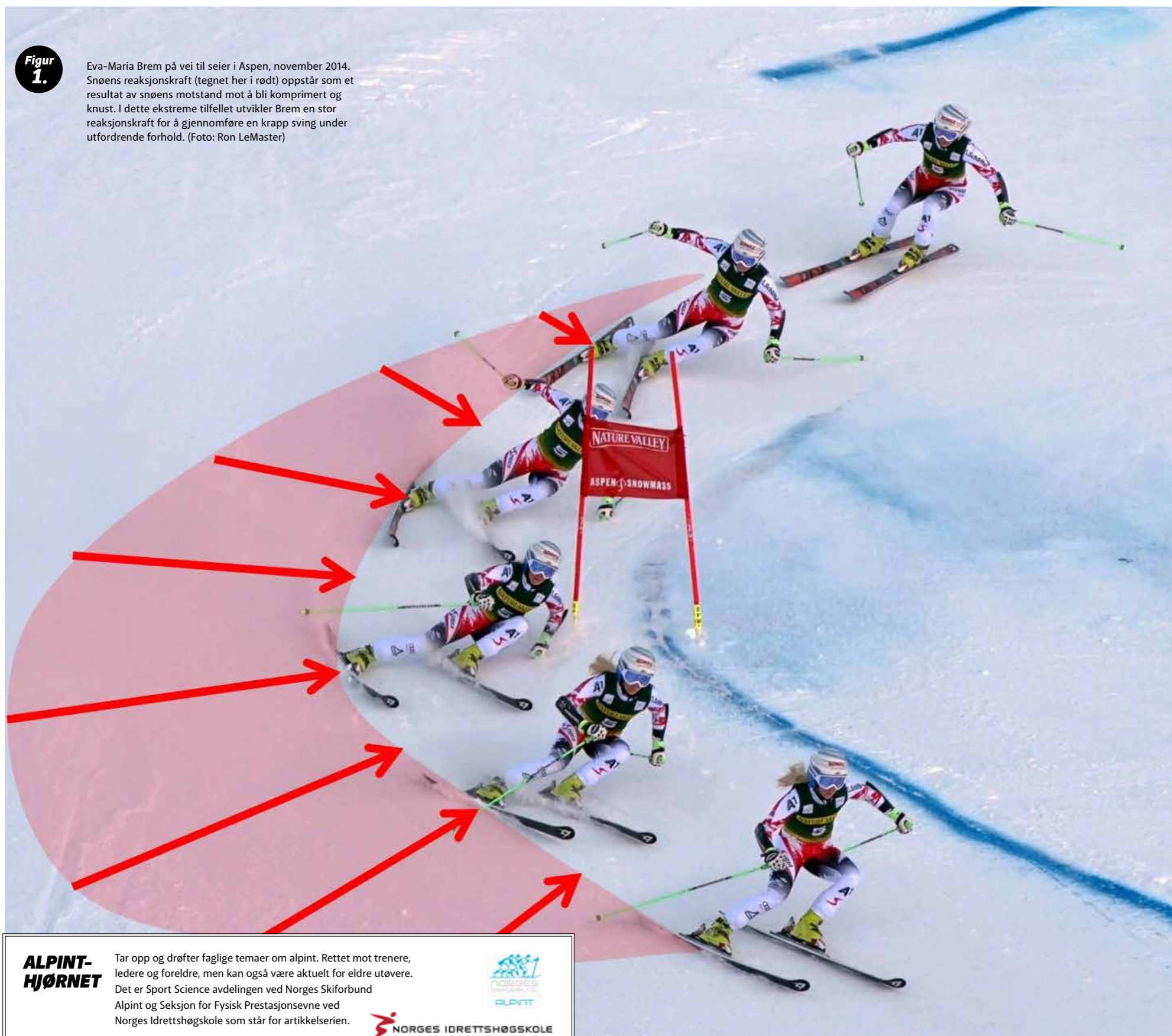




Figur 1.

Eva-Maria Brem på vei til seier i Aspen, november 2014. Snøens reaksjonskraft (tegnet her i rødt) oppstår som et resultat av snøens motstand mot å bli komprimert og knust. I dette ekstreme tilfellet utvikler Brem en stor reaksjonskraft for å gjennomføre en krapp sving under utfordrende forhold. (Foto: Ron LeMaster)



**ALPINT-
HJØRNET**

Tar opp og drøfter faglige temaer om alpint. Rettet mot trenere, ledere og foreldre, men kan også være aktuelt for eldre utøvere. Det er Sport Science avdelingen ved Norges Skiforbund Alpint og Seksjon for Fysisk Prestasjonsevne ved Norges Idrettshøgskole som står for artikkelserien.



Alpinhjørnet: FRA KUNNSKAP TIL PRAKSIS

Alpin svingteknikk er underlagt fysikkens lover. I denne utgaven av Alpinhjørnet kommer vi til å se nærmere på elementære prinsipper i fysikk som en viktig forutsetning til å studere teknikk.

TEKST: NORGES SKIFORBUND ALPINT OG NORGES IDRETTSHØGSKOLE

INTRODUKSJON

I det første nummeret av Alpinhjørnet ble det introdusert en modell over svingteknikk som danner grunnlaget for teknikkmodulene i Skiforbundets trenerutdanning. Vi reflekterte over hvordan ulike definisjoner av teknikk kan ha forskjellige konsekvenser for hvordan man trener og utvikler teknikk. Og vi skilte mellom en utøvers bevegelser (vertikale, fram/bak, sideveis og rotasjonsbevegelser) og effektene som er målet til disse bevegelser (balanse, støtte og gli). Vi understreket viktigheten av at trenere forstår sammenhengen mellom ytre forhold, en utøvers bevegelser og effektene som er oppnådd. En viktig forutsetning for dette er å ha innsikt i hvordan skien interagerer med snøen, et tema som ble tatt opp i forrige nummer av SKIsport.

Som regel er effekt målet av en teknikk knyttet til mekanikk. Det er derfor også viktig at trenere har en elementær forståelse av fysikkens lover. Mange forstår dette, og man hører ofte trenere og utøvere bruke terminologi fra mekanikk når de drøfter teknikk. Men begrepene er ofte brukt noe løst, og det er som regel ulike oppfatninger av hva de egentlig betyr, noe som kan svekke kommu-

nikasjon og forståelse. Derfor skal vi i denne utgaven av Alpinhjørnet studere de mest sentrale prinsipper fra mekanikk når det gjelder svingteknikk.

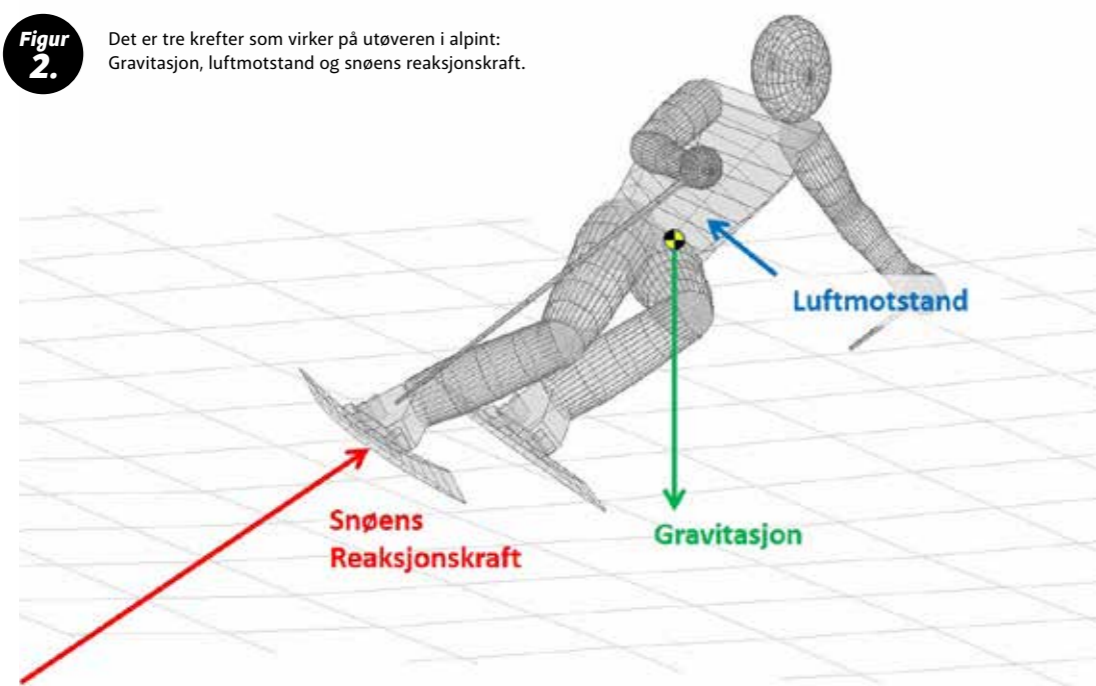
HVA ER EN KRAFT?

Et uttrykk som trenere og utøvere ofte bruker i teknikkdiskusjoner er «kraft». Men hva er en «kraft» egentlig? Selv om alle sannsynligvis har sin egen, intuitiv forståelse for konseptet, er det sikkert sjelden at man tar seg tid til å konkretisere definisjonen. Som vi kommer til å se er konseptet «kraft» så sentral for svingteknikk at det er hensiktsmessig for oss å bruke litt tid på å studere det nærmere.

I fysikk er en kraft definert som et mål for effekten av et objekt på et annet når to (eller flere) objekter har en interaksjon. En kraft viser seg gjennom enten et drag eller et skyv, og den resulterer i enten en deformasjon eller en endring i bevegelse (en brems, en hastighetsøkning eller en retningsendring). Newtons tre lover beskriver forholdene mellom kraft og objekt og danner dermed grunnlaget for hele den klassiske mekanikken (og dermed svingteknikk).



Figur 2. Det er tre krefter som virker på utøveren i alpint: Gravitasjon, luftmotstand og snøens reaksjonskraft.



NEWTONS 1. LOV

Newtons 1. lov sier at et objekt forblir i ro eller i bevegelse med konstant fart og retning fram til den er påvirket av en kraft. Med andre ord, for at et objekt skal endre sin bevegelse (for eksempel for at en alpinist skal svinge), så må det en kraft til. Som regel er hensikten med en utøvers bevegelser i svingteknikk knyttet til det å skape, redusere eller manipulerer kraften som er nødvendig, for å kunne svinge eller regulere hastighet.

NEWTONS 2. LOV

Newtons 2. lov kvantifiserer forholdet mellom objekt og kraft gjennom den veldig kjente ligningen: $F = m \cdot a$ der F er kraften, m er objektets masse og a er objektets akselerasjon som er et resultat av kraftens virkning. Newtons 2. lov har et par viktige konsekvenser for svingteknikk som man burde reflektere over. Først, objektets akselerasjon i respons til en kraft er direkte proporsjonal til objektets masse. Det vil for eksempel si at en større kraft må til for å svinge en tyngre utøver like mye som en lett. Og for to utøvere av ulik vekt som møter lik luftmotstand, vil den letteste utøveren oppleve et større hastighetstap. Den andre viktige konsekvensen av Newtons 2. lov er at objektet akselererer i samme retning som kraften. Med andre ord, virker kraften mot utøverens kjøretretning, så kommer den til å ha en bremsende effekt; og virker den med kjøreretningen, så

kommer den til å ha en hastighetsøkende effekt. Virker den på tvers av kjøreretningen, så kommer kraften til å svinge objektet.

NEWTONS 3. LOV

Newtons 3. lov sier at når to objekter påvirker hverandre, er kraften som virker fra det første objektet på det andre, like stor og motsatt rettet til kraften som virker fra det andre objektet mot det første. Med andre ord, når et objekt virker på et annet med en kraft, vil det andre

objektet virke tilbake på det første med like stor kraft i motsatt retning. For eksempel når vi treffer en port, utvikler vi en kraft på porten. Samtidig utvikler porten en like stor og motsatt rettet kraft på oss, ifølge Newtons 3. lov. Mens vår kraft på porten deformerer den og akselererer den ut av veien for oss, vil portens kraft på oss bremse hastigheten vår. Hvor mye kommer an på hvor stor kraft det er snakk om og vår masse (Newtons 2. lov). Et annet eksempel på Newtons 3. lov som vi kommer til

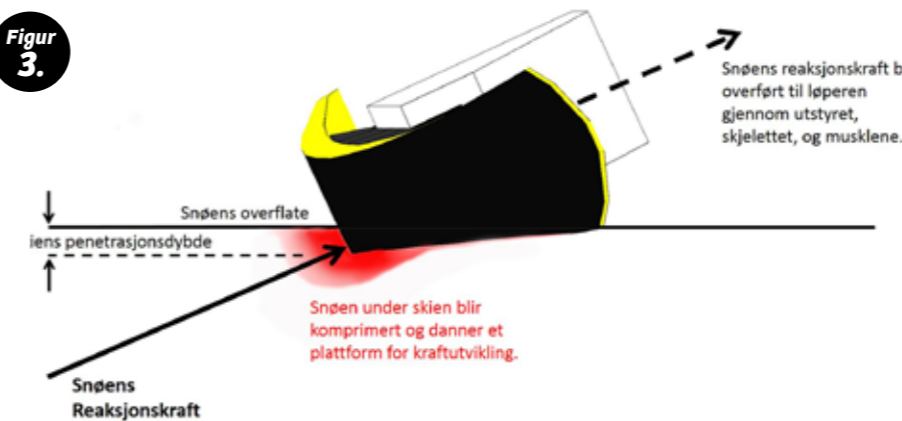
TRE PARAMETERE ER BRUKT FOR Å BESKRIVE EN KRAFT:

1. Angrepspunktet eller punktet hvor kraften virker
2. Kraftens størrelse
3. Kraftens retning

I illustrasjoner, slik som de som er brukt i denne artikkelen, er en kraft ofte representert som en pil hvor lengden representerer kraftens størrelse, pilens retning indikerer retningen kraften virker, og enten pilens hode eller hæl indikerer angrepspunktet. Se for eksempel Figur 5. I figuren ser vi en skiløper fra siden som kjører rett fram. En

kraft (gravitasjon) er tegnet inn med en pil som starter ved løperens tyngdepunkt og peker rett ned mot jordens sentrum. Pilens lengde er indikativ av kraftens størrelse relativ til andre krefter i samme figur. I noen tilfeller kan det være nyttig å «dekomponere» en kraft i komponenter (Figur 5, stiplet linjer). For eksempel er det ofte hensiktsmessig å dekomponere gravitasjon til den andelen som virker langs bakkens helning, og den delen som virker rett ned mot snøens overflate.

Figur 3.



Skiene våre skjærer og penetrerer ned i snøen når de er kantet og belastet. Snøen under skiene blir pakket sammen. Etter hvert blir det så kompakt at det motstår videre kompresjon og knusing. Som et følge av Newtons 3. lov oppstår snøens reaksjonskraft, en kraft som vi kan benytte til å svinge og regulere hastighet med.

å studere nærmere, er kraften som utvikles mellom oss og underlaget.

HVILKE KREFTER VIRKER PÅ UTØVEREN I ALPINT?

Det er i hovedsak tre krefter vi må forholde oss til når det gjelder svingteknikk (Figur 2). Gravitasjon er en tiltrekningskraft som oppstår mellom alle objekter med masse. Hvor stor kraften er, kommer an på massen til objektene og avstanden mellom dem. I jordklodens tilfelle er massen så stor at det oppstår en sterk tiltrekningskraft med alle objekter som er i nærheten. I alpin sam-

menheng er det denne tiltrekningskraften mellom kroppen vår og jordkloden som både akselererer oss nedover bakken og samtidig trekker oss ned på snøens overflate. Gravitasjon virker på tyngdepunktet vårt og er rettet ned mot jordens sentrum.

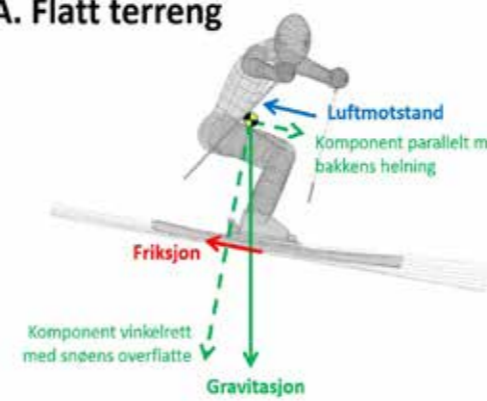
Luftmotstand er en kraft som oppstår på de delene av utøverens kropp som er eksponert for vinden når den beveger seg gjennom luft. Luftmotstand virker motsatt utøverens bevegelsesretning og har dermed en bremsende effekt. Hvor stor luftmotstanden er, kommer an på utø-

«SENTRIPETALKRAFT» OG «SENTRIFUGALKRAFT»

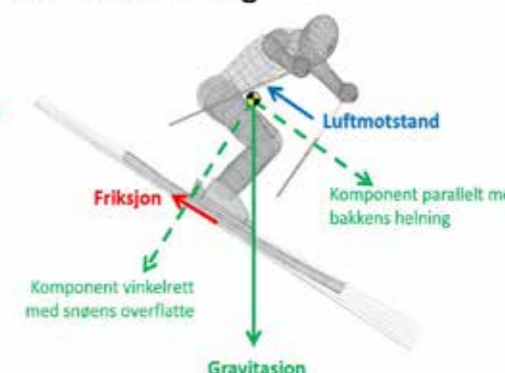
Ofte er uttrykkene «sentriskraft» og «sentrifugalkraft» brukt om hverandre i praksissammenheng. Begge to refererer til samme konsept (kraften som svinger utøveren), men sett fra ulike perspektiver. «Sentriskraft» er den komponenten av snøens reaksjonskraft som oppstår når utøveren svinger, og som er rettet inn mot svingens sentrum (sentriskraft betyr «senterrettet»). Når vi ser på utøveren fra et eksternt perspektiv slik som i Figur 5, så observerer vi en senterrettet kraft som svinger løperen.

Utøverne derimot kjenner noe annet. Fra sitt interne perspektiv «føler» de en kraft som trekker dem ut av svingen, en kraft som er rettet bort fra svingens sentrum, som de må stå imot. Det utøverne føler er referert til som «Sentrifugalkraft» (sentrifugalkraft betyr «rettet bort fra senter»). I teknikkmodellen som blir presentert her, skal vi forholde oss til konseptet sentriskraften.

A. flatt terreng

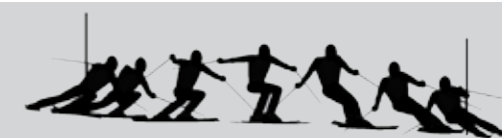


B. Bratt terreng



Figur 4.

Kreftene som virker på en alpinist fra siden i kjøring rett fram i henholdsvis flatt (A) og bratt terreng (B). Luftmotstand virker på senteret av kroppens frontalareal og er indikert med den blå pila. Gravitasjon virker på kroppens tyngdepunkt og er indikert med den grønne pila. Friksjon, en delkomponent av snøens reaksjonskraft, virker langs skiens kontaktflate med snøen og er tegnet med den røde pila. (NB: for enkelhetens skyld er andre komponenter av snøens reaksjonskraft ikke tatt med i denne figuren).



**Figur
5.**

verens hastighet og posisjon.

Snøens reaksjonskraft oppstår gjennom snøens motstand mot å bli presset og komprimert. Når vi kanter og belaster skiene våre, utvikler vi en kraft mot underlaget, og som et resultat skjærer og penetrerer skiene våre ned i snøens overflate. Snøen under skiene blir presset sammen. Etter hvert blir snøen så kompakt at den motstår videre kompresjon og, ifølge Newtons 3. lov, oppstår det en reaksjonskraft som virker tilbake på oss fra snøen (Figur 3). Snøens reaksjonskraft virker på oss gjennom kontaktflaten mellom skiene våre og snøen. Den blir overført til tyngdepunktet gjennom en mekanisk kjede som starter ved snøen; blir overført til kroppen vår gjennom ski, plater, bindinger og støvler; og går så videre opp gjennom skjelettet og musklene fra foten til ankelen, leggen, kneet, låret, hoften og ryggen. Hvis et svakt ledd langs denne kjeden gir etter, så resulterer det i et tap av kraft slik at svingen avtar, noe som kan ha kritiske konsekvenser for prestasjonen.

Snøens reaksjonskraft består av ulike komponenter som har forskjellig effekt på utøveren. En komponent, friksjon, virker mot utøverens bevegelsesretning og forårsaker brems. En annen komponent er rettet inn mot svingens sentrum. Det er den komponenten av reaksjonskraften, ofte referert til som «sentripetalkraften», som svinger utøveren. Målet i svingteknikk er å skape og manipulere snøens reaksjonskraft for å svinge der hvor vi ønsker, og samtidig minimalisere brems / regulere hastighet.

KREFTER I RETT FRAM KJØRING

Figurer 4A og 4B viser kreftene som virker på en alpinist fra siden i kjøring rett fram i hen-

holdsvis flatt og bratt terreng. Luftmotstand virker mot bevegelsesretningen og har dermed kun en bremsende effekt. Friksjon mellom ski og snø (en komponent av snøens reaksjonskraft) oppstår og brems utøveren. Gravitasjon er dekomponert inn i to komponenter: (1) En del som trekker utøveren nedover parallelt med bakkens helning, og (2) en del som trekker utøveren ned på snøens overflate. Begge har svært viktige funksjoner i svingteknikk. Komponentene som virker langs bakkens helning, er den som akselererer utøveren og er åpenbart viktig for prestasjonen. Men den andre komponenten er minst like viktig, det er den eneste kraften som trekker oss ned mot snøens overflate. Uten den får vi ikke skapt kraft mot underlaget for å svinge.

Legg merk til hvordan fordelingen av gravitasjonen i de to komponentene er annerledes mellom flatt og bratt terreng. I flatt terreng er det en stor komponent av gravitasjon som trekker utøveren ned på snøen, og en liten komponent som virker langs bakkens helning. I bratt terreng er det motsatt: Det er en stor komponent som virker langs bakkens helning og gir fart, og en liten komponent som trekker utøveren ned til snøen. Hvilken innsikt gir dette oss for svingteknikk i bratt og flatt terreng?

KREFTER I SVING

Figur 5 viser både snøens reaksjonskraft og gravitasjon gjennom to SL svinger sett ovenfra. Fra denne vinkel ser vi komponenten av gravitasjonen som virker langs bakken og akselererer utøveren nedover (grønne piler). Også fra denne vinkelen ser vi komponenten av snøens reaksjonskraft som er rettet mot

svingens sentrum, sentripetalkraften (røde piler).

Legg merke til at i øvre del av svingen, før fallinjepassering, peker gravitasjonen generelt med i den retningen utøveren svinger. Det vil si at en komponent av gravitasjon er med å hjelpe utøveren å svinge. Derimot etter fallinjepassering peker gravitasjonen generelt bort fra svingens sentrum. I praksis betyr dette at en betydelig større reaksjonskraft må utvikles mot underlaget for å oppnå en bestemt svingradius etter passering av fallinjen sammenlignet med før fallinjepasseringen. I noen sammenhenger kan denne større kraftutviklingen gi økt fare for brems.

OPPSUMMERING

Grunnleggende fysikk (Newtons lover) og mekanikken av ski-snø interaksjonen (beskrevet i forrige nummer) danner sammen rammen for svingteknikk.

Tre viktige krefter i alpint er gravitasjon, luftmotstand og snøens reaksjonskraft.

Snøens reaksjonskraft oppstår som et resultat av snøens motstand mot kompresjon og knusing. Effekten av snøens reaksjonskraft er todelt: En komponent brems hastighet, og en komponent svinger utøveren.

Målet i svingteknikk er å skape og manipulere snøens reaksjonskraft for å svinge hvor ønsket og samtidig minimalisere brems / regulere hastighet.

Hittil i Alpinhjørnet har vi sett på grunnprinsipper for å forstå alpin svingteknikk. I kommende utgaver skal vi rette fokus tilbake på skikjøring og studere hvilke teknikker utøverne benytter for å skape balanse, støtte og gli.

