

HIF-Rapport

2001:10

Langrennsski og snø

Nils-Fredrik Rønbeck



Høgskolen i Finnmark

	PUBLIKASJON: HiF-Rapport 2001:10 ISBN: 82-7938-060-4 ISSN: 0805-1062
Publikasjonens tittel: Langrennsski og snø	Antall sider: 52 Dato: 25. september 2001 Pris: kr 50,-
Forfatter: Nils-Fredrik Rønbeck	Avdeling: Avdeling for fritids- og kulturfag
Godkjent av: Halldor Skard (24.8.2001) John Dalseng (13.9.2001)	
Oppdragsgiver: Høgskolen i Finnmark	Prosjekt: "Snø og Ski"
Sammendrag: Denne FOU-rapporten er en framstilling av et flerårig prosjekt i eksperimentering og kunnskapsutvikling av to avgrensede problemfelt knyttet til forholdet mellom langrennsski og snø. Mitt forsøk på avsløringen av mystikken rundt "Trykk- og spennkurven i klassiske langrennsski" er i alle fall et stykke på vei innfridd. "Metodikk for testing av langrennsski" tar sikte på både å avklare og bevisstgjøre i forhold til de mange fallgruvene som finnes på dette feltet. Generell kunnskap om snø og ski er presentert og lagt til grunn i et glidefriksjonsperspektiv.	
Emneord: Snø og Ski. Trykk- og spennkurve. Testmetodikk.	
Vi bestiller ____stk av publikasjonen: Navn: _____ Adresse/postnr: _____	

LANGRENNSSKI OG SNØ

HiF-Rapport 2001:10

Nils-Fredrik Rønbeck

Høgskolen i Finnmark
Avdeling for fritids- og kulturfag
Seksjon for Idrettsfag
30. juni 2001

FORORD

Foreliggende presentasjon av mitt FOU-prosjekt "Langrennsski og Snø" er et resultat av mer enn 15 års helhjertet engasjement med sikte på å oppnå best mulig funksjon på langrennsski. Gli- og festefunksjonen har vært hovedsaken, men skienes mer udefinerbare funksjonsegenskaper for øvrig er også gitt betydelig oppmerksomhet. Behovet for en god skifunksjon er direkte knyttet til langrenn som prestasjonsidrett og de forventninger og krav til resultater som følger av det (jfr. s.4).

Jeg kom tidlig til å erkjenne behovet for en pålitelig testing av de skivalg og den behandling av skisåler, som til enhver tid var aktuell. De etablerte og praktisk anvendelige metodene for slik testing hadde mange fallgruver, slik at behovet for nytenkning ble stadig mer framtreddende. Derfor ble testmetodene snart nesten like viktige som både utvalgsmetodene for- og prepareringen av ski. Disse forhold måtte imidlertid sees i sammenheng, og kunne derfor ikke behandles isolert. Riktignok måtte konkurranserresultater betraktes som den beste bekreftelse eller avkreftelse på skienes kvalitet, men behovet for å vite mer om dette i forkant var selvsagt svært viktig. Det gikk altfor store menneskelige ressurser med til å ofre utøvere som "prøvekaniner" for skiene, med den konsekvens at mang en viktig langrennskonnkurransse ble spolert. Men de få gangene med suksess ga nytt mot. Det vil alltid være viktig å bli kjent med sammenhengene i et komplisert saksområde, og oppnå bekreftelse på det en gjør med dette.

Sporadisk toppytelse i skienes gli- og festefunksjon er en ting, men stabilitet i dette er noe helt annet. Årsaken til om en skikarriere forløper med suksess eller fiasko ser ut til, for en stor del, å ligge nettopp her, noe som kan bekreftes av mange utøvere på høyt nasjonalt nivå på -90 tallet. Dette er ytterligere bekreftet av det norske elitelandslaget i langrenn, som på -90 tallet hadde bedre ski enn de konkurrerende nasjonene i 60% av World Cup renn og mesterskap, like gode i 20% og dårligere i 20% (Magnar Dalen). Dette er en imponerende statistikk, som det neppe finnes maken til i skihistorien, og som forklarer mye av stabiliteten i de norske skiprestasjonene på internasjonalt nivå i denne perioden. Men samtidig sier dette mye om hva de nasjonale løperne på hjemmebane har hatt å kjempe mot. "Rått parti" kaller en det på godt norsk. Det er faktisk så rått at mange betrakter dette som en stor trussel mot norsk skisport i framtiden. En fattig trøst kan være at så få kommer opp på et slikt nivå at de oppdager dette. Det etiske problem en sitter igjen med er spørsmålet om flere burde advares? Men til det er vi

altfor glade i skiidretten, alle vi som er midt oppe i den. Verre problemer truer prestasjonsidretten generelt, og da tenker jeg selvsagt på doping.

De siste tre årene har mitt hovedfokus vært rettet mot måling av trykk- og spenn kurvene knyttet til festesonen i klassiske langrennsski, både med tanke på utvikling av normer for individuell skiutvelging og riktig plassering av festesonen. Arbeidet har både vært knyttet delvis til min stilling som høyskolelektor ved Høgskolen i Finnmark, seksjon for idrettsfag, og store deler av min fritid. Eget måle- og feltarbeid er supplert med samtaler med en rekke ressurspersoner på dette felt, både nasjonalt og internasjonalt. Jeg vil takke Magnar Dalen og Per Knut Aaland, som i nevnte rekkefølge var og er ledere for Norges Skiforbunds smøreteam på -90 tallet og fram til i år. De stilte seg alltid til disposisjon for åpne og tillitsvekkende dialoger om skiproblematikk. Videre skylder jeg Karhu skifabrikk i Kitee, Finland, en spesiell takk for det store antall ski de stilte til disposisjon for mitt prosjekt. Den norske importøren Magne Halvorsen og den finske direktøren Timmo Niemilä viste stor raushet. Finlands tidligere eliteløper, Kari Ristanen, skylder jeg stor takk for sin faglige bistand, som produksjonssjef hos Karhu. For øvrig har importørene av både Fischer- og Rossignol ski stilt sine lokaler og skibeholdninger til disposisjon for utmåling av til dels betydelig antall ski. De siste to årene er det særlig Madshus skifabrikk jeg setter pris på å ha etablert en god kontakt med. For tiden synes Madshus å være i forkant med tanke på utvikling av bedre spenn- og trykkfordeling i skiene.

Tilgjengelig litteratur om temaet langrennsski på dette nivå finnes knapt. Derfor kan denne rapporten betraktes som et første spede, men alvorlige forsøk på å utvikle noe teori på dette kompliserte praktiske feltet i grenselandet mellom magi, intuisjon og faktisk kunnskap. Jeg har anstrengt meg for å ivareta en vitenskapelig holdning på et felt som mangler tradisjon i vitenskapelig metode. Denne utredningen inngår i en planlagt serie om problemstillinger knyttet til langrennsski, som er under utarbeidelse. Den neste vil ta for seg utmåling av spennkurver og marktrykksoner (glisoner) i skøyteski med tanke på individuell og førerelatert utvelging av ski. Marktrykksonenes egenart i klassiske ski er jeg også svært nysgjerrig på å finne mer ut av. Det samme gjelder sålematerialenes variable kvalitative egenskaper. Snøen og en bedre og mer relevant klassifisering av den i forhold til de krav en må stille til skiene vil også stå for tur. Her er det med andre ord fortsatt nok å gripe fatt i.

Alta juni 2001

Nils-Fredrik Rønbeck

INNHOLD

FORORD	1
INNHOLD	3
1. INNLEDNING	4
2. FOU- PROSJEKT: ET HISTORISK RESYME	5
2.1 <i>GJENNOMFØRINGEN AV PROSJEKTET</i>	6
2.2 <i>OLYMPIATOPPEN, NORGES SKIFORBUND OG NORGES TEKNISKE HØGSKOLE</i>	6
3. SNØ	9
3.1 <i>SNØEN OG HISTORIEN</i>	9
3.2 <i>SNØFYSIKK</i>	12
3.3 <i>KLASSIFISERING AV SNØ</i>	13
3.4 <i>SNØEGENSKAPER OG GLIDEFRIKSJON</i>	15
3.5 <i>SNØ OG SKI: FRIKSJON OG MOTSTAND</i>	15
4. SKI	18
4.1 <i>GLIDEFRIKSJON OG FESTEFUNKSJON</i>	18
5. TRYKK- OG SPENNKURVEN I KLASSISKE LANGRENNSSKI	19
5.1 <i>PROBLEMSTILLING</i>	19
5.2 <i>METODE: ETABLERT PRAKSIS</i>	20
5.2.1 Mangler ved etablerte metoder for valg av ski og avsetting av festesoner	21
5.2.2 Historikk og metodekritikk	22
6. NY TEKNOLOGI FOR SPENNMÅLING AV KLASSISKE LANGRENNSSKI	24
6.1 <i>GLI- ELLER MARKTRYKKSONE</i>	25
6.2 <i>SPENN- OG FESTESONE</i>	26
6.2.1 Målnorm for halv- og helvektslast	29
7. METODIKK FOR TESTING AV LANGRENNSSKI	32
7.1 <i>TESTPROBLEM</i>	32
7.2 <i>TESTBETINGELSER</i>	33
7.2.1 Tiden - været - føret	33
8. TESTPROSEDYRER	35
8.1 <i>KVANTITATIV METODE: OBJEKTIV TEST</i>	35
8.1.1 Fartsmåling og tidtaking.....	35
8.1.2 Lengdemåling.....	36
8.1.3 Statistisk gjennomsnitt, faglig skjønn og bekreftelsesproblem.....	36
8.3 <i>KVALITATIV METODE: SUBJEKTIV TEST</i>	37
8.4 <i>TESTING AV SKØYTESKI</i>	37
8.4.1 Test utenfor- og eller i spor	37
8.5 <i>TEST AV KLASSISKE SKI</i>	38
9. FEILKILDER	40
10. METODE	41
10.1 <i>EKSPERIMENT GJENNOM PRØVING- OG FEILING</i>	41
11. SLUTTORD	44
REFERANSER	45

1. INNLEDNING

“Smøringen er halve skiløpingen”, heter det i ett av skikulturens gamle utsagn. Den samme tradisjonskultur avslører imidlertid en åpenbar ambivalens i det motstridende utsagnet om at: **“Det er mannen oppå skiene som teller”**. Denne selvmotsigelsen representerer et gammelt dilemma som aldri ser ut til å slippe taket i skikulturen. Fortsatt blir enhver skiprestasjon faglig, men stilltiende vurdert med tanke på begge ovennevnte forhold av ekspertisen. De er ikke til å komme utenom. Imidlertid er det en uskreven moralregel om at skiene og smøringen aldri må trekkes inn i den åpne bedømmingen av en idrettsprestasjon på ski. Det betraktes som usportslig, og slik ser det ut til fortsatt å måtte være. Noe annet ville være umulig p.g.a. den store variasjon og kompleksitet i sammenhengen. Bare i ekstreme tilfeller er det akseptabelt. Men da må føreforholdene ha vært så vanskelige at et klart flertall av utøverne har hatt store problemer med å få skiene til å fungere. Enhver prestasjon på ski bygger på en helhet, som i sum innebærer mestring av alle de delkomponentene en prestasjon består av. De fleste synes å klamre seg til det andre utsagnet, mens den sanne virkelighet både faglig og erfaringsmessig peker mer i retning av det første, som i dag bør omskrives til følgende: **”Skiene er halve skiløpingen”**. En fortrenning av dette kan vanskelig bli betraktet som annet enn selvbedrag. Aller størst presisjon oppnår en imidlertid ved en romslig anerkjennelse av at begge utsagnene i prinsippet er likeverdige. Skiene med deres underside teller stort sett like mye for resultatet som skiløperen oppå skiene, med tanke på en idrettsprestasjon på ski i konkurranse mellom utøvere på tilnærmet samme nivå. Sporadisk og tilfeldig kan dette også gjelde mellom utøvere på ulike nivå. Av dette følger den logiske slutning at “mennesket og skiene er ett”. Skiene blir å betraktes som menneskets forlengede fot, som gjør det mulig å flyte og gli på snø forttest og best mulig. Det er dette som er skiidrettens grunnleggende forutsetning, og da kommer man ikke utenom skienes kvalitet med hensyn til både gli- og festefunksjon. En målrettet kvalitetsheving av disse funksjonene kan bare oppnåes gjennom systematisk eksperimentering og testing av alle de forhold som her spiller sammen.

2. FOU- PROSJEKT: ET HISTORISK RESYME

I 1995 var tiden moden for meg til å starte opp med et mer systematisk og målrettet FOU – arbeid i et prosjekt jeg valgte å kalle for ”Snø og Ski”. Jeg tok da kontakt med den norske importøren av finske Karhu ski. Han formidlet da direkte kontakt mellom meg og skifabrikken i Kitee i Øst Finland. Her oppnådde jeg en avtale om leveranse av et relativt betydelig antall konkurranseski, som en pakkeløsning for å dekke skibehovet til en utøver på høyt nasjonalt nivå i Norge og samtidig et bidrag til forskning på skifunksjon. Utøveren var den gang på det NSF tilknyttede HV-laget i langrenn, hvor bidraget til å få bedre ski var lik null. Elitelaget var da beskyttet av en ”jernring” av fortrinn, for å sitere en kjent norsk skileder. Om lag 30 par klassiske langrennski ble tilsammen hentet og grovutmålt direkte på fabrikken av meg i de to påfølgende år.

Prosjektets målsetting den gang var ”..... å utvikle kunnskap som kan bidra til å øke prestasjonsnivået i skiidretten først og fremst i Finnmark, men dernest eventuelt også nasjonalt”. Problemstillingen var følgende: ”Utvikling av grunnleggende prinsipper for sammenhengen mellom skisålestruktur og snøens karakter, med sikte på å oppnå maksimal gli”. Denne problemstillingen forutsatte følgende tverrfaglige tilnærming:

SNØ:

Kulturbasert snøkunnskap:

Framskaffe og komplettere norsk, samisk, inuittisk og russisk ordforråd og begrepsinnhold på snø, både med tanke på vær-, føre- og beiteproblematikk m.m.

Snøfysikk:

Samordne nasjonal og internasjonal forskningsbasert kunnskap om snø. Videreutvikle etablerte klassifiseringer og definisjoner på snøtyper med tanke på problemstillingen.

Skiteknologi:

Sammenligne forskjellige konstruksjonsprinsipper for ski med spesiell oppmerksomhet rettet mot:

- skienes spenn og trykkfordeling
- Skienes sålemateriale.

Dette særlig med tanke på å kunne eliminere de to ovennevnte faktorer som feilkilder i forhold til problemstillingen.

2.1 Gjennomføringen av prosjektet

Prosjektets problemstilling hadde jeg imidlertid arbeidet med over flere år, helt fra begynnelsen av 1990-tallet. Jeg var derfor godt i gang i 1995. Likevel viste det seg snart å være altfor ambisiøst og omfattende i forhold til å kunne innfri egne forventninger til løsning av problemstillingen. Fra 1995 oppsto gradvis nye erkjennelser, som i seg selv ble til hinder for endelig avslutning. Nye problemstillinger dukket opp underveis, og de var av en slik karakter at de måtte løses før videre framdrift var relevant. Testmetodikken var ett felt det lenge hadde knyttet seg store problemer til, og som forutsatte sin løsning før noen videre framdrift hadde mening.

Tusener av timer og kroner var i sum allerede og i fortsettelsen nedlagt i feltarbeid, både i kjellerbod og utendørs under krevende og vanskelige forhold sett i lys av objektive testbetingelser. En uendelighet av håndskrevne testresultater ble arkivert etter hvert som stadig nye erkjennelser oppsto, samtidig som forvirringen økte proporsjonalt med sjeldne bekreftelser på disse erkjennelsene. Usikkerhet og tvil ble den rådende mentale tilstand i forhold til problemstillingen. Snøens lunefullhet hadde ingen grense. Det hadde heller ikke alternativene i skisålestruktur. Uventede og overraskende resultater rev til stadighet grunnen under gryende erkjennelser av prinsipielle sammenhenger mellom det jeg oppfattet som definert og klassifisert snø og skisålestruktur. Men så skjedde det noe som avbrøt uføret og skapte endring.

2.2 Olympiatoppen, Norges Skiforbund og Norges Tekniske

Høgskole

Høsten 1995 ble jeg, etter søknad, tatt med i Olympiatoppen/Norges Skiforbunds gliprosjekt 1995/96, som var innrettet mot VM i Trondheim 1997 (vedlegg 1). Samtidig fikk jeg muntlig beskjed fra NSF's langrennskontor om at den kunnskap og informasjon jeg fikk tilgang til ikke måtte være tilgjengelig for Troms elitelag i langrenn da dette skulle være forbeholdt elitelandslaget. Dersom det var mitt motiv så burde jeg trekke meg. Faktisk var dette ett av mine delmotiver da det var velkjent at jeg hadde en løper på nettopp Tromslaget, og vi hadde i fellesskap dokumentert for oss selv hvilke betydelige gliforskjeller det var mellom

eliteløpernes ski kontra de fleste andre outsiders. Men jeg trakk meg ikke umiddelbart. Magnar Dalen var da leder for NSF's smøreteam. Under elite lagets samling i Alta senere samme høst satte han en betingelse for min deltakelse i gliprosjektet. Jeg måtte selv finansiere et Montana smørejern til en pris av om lag kr.15.000,- for deltakelse i eksperimentering med ekstreme pålegningstemperaturer- og metoder for ulike fluorpulvere. Da måtte jeg melde pass. Jeg ville hatt nok med å klare finansiering av reiser og opphold til og fra Trondheim.

Den samme Magnar Dalen ga oss imidlertid etter hvert mange positive og skifaglige impulser. Hans viktige smøringsbidrag til en 3.plass i Vasaløppet, en seier i Scandinavisk Cup 30km og en god World Cup plassering i Holmenkollens 5 mil er vi ham stor takk skyldig for. I realiteten var han delaktig i alle de beste resultatene til denne løperen i representasjonssammenheng, og det taler for seg. En outsider var ellers sjanseløs.

For øvrig ble mine forskningsmessige rammebetingelser skikkelig anskueliggjort for meg i forbindelse med den samme landslagssamlingen i Alta: Et smøreteam på 10 mann arbeidet kontinuerlig i 10 dager med preparering, spennmåling og testing av ski. Det utgjorde 100 dagsverk pluss betydelig overtid, samt et enormt datagrunnlag fra skiparken til om lag 20 herre- og dameløpere. Flere hundre skipar var med.

Her sto jeg slukøret med skiparken til en løper samt mer eller mindre løst og tilfeldig til ytterligere noen få løpere på aldersbestemt- og juniornivå. Testgrunnlaget mitt måtte derfor bli for lite Etter hvert ble jeg presentert for en ny og ukjent kar ved navn Dag Anders Moldestad. I den faglige dialogen som fulgte viste han meg sitt hovedfagsarbeide ved NTH. Tittelen på denne oppgaven var: "PC-basert system for måling og valg av sålestruktur på langrennsski".

Denne oppgaven, som senere er blitt viden kjent, grep fatt i nettopp de grunnleggende problemene jeg hadde slitt med. Det springende punkt her var problemet med å få kopiert nye strukturer som var identiske med tidligere steinslipte sålestrukturer. Bekreftelsene på erkjente positive sammenhenger mellom sålestruktur og snøtype kunne nemlig hittil sjelden oppnås på nye skipar. Ovennevnte oppgave viste vei for løsning av dette problemet ved utvikling av relevante målemetoder på mikronivå. Dette forutsatte solid kunnskap innen både fysikk og data, samt tilgang på avansert teknisk utstyr som ikke minst lasermåler. Her måtte jeg ydmykt melde pass. Min praktiske skikunnskap basert på systematisering av erfaring strakk ikke lenger til. Jeg la derfor hele mitt omfattende arbeid tilside for modning, med et lite håp om at

det kanskje etter hvert skulle åpne for nye perspektiver. De funn og prinsipielle erkjennelser jeg allerede hadde gjort ble snart bekreftet og almenngyldig kunnskap med Olympiatoppens smøreprosjekt som den opprinnelig kilde det stadig lekket nedover i systemet fra. En fattig trøst er at vi sporadisk var noenlunde på høyde. De beste prestasjonsresultatene kom da og bare da. Men elitelandslagets stabilitet var ikke mulig å oppnå. ”Jernringen” var uinntakelig.

Men så kom vendepunktet. I smørehallen kom jeg i kontakt med Per Knut Aaland. Han hadde da vakt min nysgjerrighet ved å drive på med noe jeg umiddelbart forstod var spennmåling av klassiske ski med nyutviklet og interessant måleutstyr. Etter en faglig dialog med ham ble mitt fokus dreid mot denne problematikken, som jeg i mange år hadde eksperimentert med.

Nå fulgte et par turbulente år med både konsolidering og praktisk anvendelse av den kunnskapsterskelen som var etablert, og søken mot nye erkjennelser og tilfredsstillende av den skifaglige nysgjerrighet. Jeg søkte gjentatte ganger om FOU-midler fra Høgskolen i Finnmark til innkjøp av den trykk- og spennmåleren som ble benyttet i Olympiatoppens gliprosjekt. Vinteren 1996 kunne jeg gå til innkjøp av denne etter at min søknad på kr.25.000,- var innvilget. Dermed kunne prosessen videreføres.

Våren 1997 startet jeg opp som deltaker på Diplomt trenerutdanning for Nord Norge i regi av Olympiatoppen. I den forbindelse skulle hver deltaker utarbeide en diplomoppgave med fritt valgt problemstilling innenfor et relevant fagfelt. Jeg valgte da å bygge videre på mitt mangeårige engasjement knyttet til langrennsski, og valgte etter hvert følgende to spesifikke problemstillinger for videre utvikling:

- Spennet i klassiske langrennsski
- Metodikk for testing av langrennsski

3. SNØ

3.1 Snøen og historien

Kunnskapen om snø har fra tidenes morgen vært en grunnleggende kulturbærer for alle arktiske-, subarktiske og alpine folkeslag, fordi det har vært en forutsetning for overleving. Denne kunnskapsutviklingen har kommet til uttrykk gjennom en betydelig ord- og begrepsrikdom knyttet til snø i alle disse språkområdene. Den naturbaserte kulturkompetansen har hatt fokus på de avgjørende overlevingskriteriene for mennesket som tropisk art i et klima preget av vinterens kulde, snø og is. Snøkunnskapen har særlig vært knyttet til følgende forhold:

I. Føre:

Snøens bæreevne:

1. Snøtype
2. Snødybde
3. Snøtetthet/trykkfasthet
4. Temperatur

Snøens gli- og friksjonsegenskaper:

1. Snøtype
2. Temperatur
3. Luftfuktighet

Relevant for trekkdyr foran slede og pulk, og menneske på ski.

II. Beite:

1. Snøens dybde
2. Snøens trykkfasthet og tetthet
3. Is eller skare på bakken
4. Overflate-genererte snøegenskaper

III. Bolig:

1. Snøens isolasjonsegenskap og hardhet (holdfasthet).

Relevante boformer: Snøhule, snøgrop og iglo.

IV. Snøskred

Snøforhold:

2. Mengde/dybde
3. Vind (retning, omfang og styrke)
4. Temperatur
5. Holdfasthetskrefter (trykkfasthet/hardhet og tetthet)
6. Topografi

V. Isbre:

Klimaforskning.

I moderne skiidrett er betydningen av snøens bære- eller flyteevne redusert til et minimum, mens gli- og friksjonsproblematikken har blitt tilsvarende viktig, fordi maskinpreparering av skiløyper gjør snøen relativt fast. Den vitenskapelige tilnærming til utvikling av snøkunnskap har hittil i all hovedsak vært knyttet til snøskred og sikkerhetsproblematikk, og til isbreforskning vinklet på den globale klimaproblematikken i både et historisk- og et framtidig perspektiv. Snøforskningen på disse to hovedfeltene har vært omfattende med stort internasjonalt engasjement, og er det fortsatt. Derimot har snøforskning innrettet på gli- og friksjonsproblematikk i mindre grad vakt interesse. Det meste av det som er publisert med denne vinklingen kommer fra Nord Amerika. Situasjonen er at all snøkunnskap er nyttig og kan komme til anvendelse også i skiidretten. Samtidig som den internasjonale skiidrett ekspanderer og kommersialiseres i det internasjonale mediabildet, øker også interessen for snøkunnskap som en konsekvens av økte prestasjonskrav- og forventninger. I Norge er det nå gryende interesse for å utvikle økt kunnskap om snø i relasjon til ski og friksjon. Riktignok finnes det forlengst betydelig erfaringskunnskap om denne relasjonen, men den er likevel fortsatt for lite presis og nyansert. Det er derfor fortsatt et åpenbart behov for en bedre og sikrere klassifisering av snøen i relasjon til skifunksjon både med tanke på gli og feste.

En gjennomgang av snøforskningens historiske sprang avslører det paradokset at nysgjerrigheten på snøen først ble vekket på *estetisk* grunnlag. Det var snøkrystallenes skjønnhet og vakre form som først vakte oppmerksomhet, og ikke deres fysiske egenskaper. Nedenfor følger en oversikt over historiske milepæler i snøforskningen (Colbeck 1982):

1858: Wolley utarbeider et notat over snøkrystalltyper i Lapland.

1931: W. A. Bentley og Humphreys fotograferer snøkrystaller med fokus på de estetiske framfor de vitenskapelige aspekter. Snøkrystallenes skjønnhet vekker størst oppmerksomhet i Deres fotosamling publisert ved McGraw-Hill, New York. Deres fotografier dannet i lang tid standarden for den artistiske illustreringen av snøkrystaller. Imidlertid manglet vitenskapelig informasjon om forholdene snøkrystallene ble fortografert under.

1936: Seligman diskuterte de gamle observasjonene til Walley. Fotograferte snø i Alpene på mikronivå, og under varierte forhold.

1939: Bader & Al.: - Startet studier av tørrsnøomvandlingen i Sveits.

1939: Bowden og Hughes lanserte friksjonsoppvarmingsteori for snø og is.

1945: Qervain fulgte opp Baders studier fra før krigen.

1951: Internasjonal Commisjon for Snø og Is foreslår en forenklet klassifikasjon av de viktigste strukturelle typene av snøkrystaller. Denne var begrenset til ny fallende snø. (vedlegg 2).

1954: Ukichiro Nakaya utgir boka: Snow Crystals: Natural and Artificial (Cambridge Mass.: Harvard University Press). Denne boka ble etter hvert den vitenskapelige klassiker om snøkrystaller. Nakaya utviklet et laboratorium der han var i stand til å gjenskape nesten alle de grunnleggende snøkrystalltypene en finner i naturen. Med stor presisjon var han i stand til å måle de atmosfæriske forholdene som kontrollerte dannelsen av snøkrystallene. Klassifiseringen er også her begrenset til fallende snø.

1955: Yosida fulgte opp betydningen av fordampningspåvirkningen som sveitserne hadde studert tidligere.

1965: Wakahama satte fokus på våtsnøforvandlingen. Tidligere hadde observasjoner og beskrivelser av tørrsnø trukket all oppmerksomhet. Dette kommer nok av problemene med å behandle snø rundt smeltetemperatur. Dessuten knytter det seg større problemer til å

formulere termodynamiske beskrivelser av snø, som på samme tid befinner seg både i fast form og i overgang mellom fordamping og væskeform, m.a.o. tre tilstander samtidig.

1966: C. Magono og C. W. Lee publiserer en utvidet og detaljert klassifikasjon etter Nakayas mønster. Men denne er basert på feltmålinger av temperatur- og fuktighets-forhold i atmosfæren under snøstormer. Fortsatt er imidlertid klassifiseringen begrenset til ny fallende snø. (vedlegg 3).

1969: Sommerfeld og E. R. LaChapelle publiserer den første klassifikasjon av deponert og omdannet snø på bakken. (vedlegg 4 og 5).

1979: Colbeck beskrev geometrien og termodynamikken til kornklaser i fritt drenert våt snø.

1986: Colbeck klassifiserer og fotograferer snøtyper i fire hovedgrupper.

3.2 Snøfysikk

Snøen er under en kontinuerlig og nærmest uendelig forandring fra snøkrystallets skapelse i atmosfæren inntil det atter er tilbake i vannmolekylets stadium. Hele omvandlingsprosessen som følger på bakken forårsaker en kompleks friksjonsproblematikk i forhold til ski, men aldri verre enn at det er snakk om graden av friksjon og gli. For det er selvsagt snøens iboende evne til å få ski til å gli, som er den ene grunnleggende forutsetning for skiløpingen. Den andre er skienes funksjon som menneskets forlengede føtter, for å kunne øke bæreflaten og dermed flyten på snøen.

Snøen er et komplekst og foranderlig stoff, til tross for sin enkelhet i kjemisk oppbygging. Det er tross alt bare frosset vann – H₂O. Fysikkens lovmessighet spiller derimot på en betydelig andel av sitt register i de kontinuerlige skiftende omdanningsprosessene som snøen alltid utsettes for, og de endrede fysiske egenskapene som dermed oppstår. Snøfysikk er i dag en ung vitenskapsgren med økende oppmerksomhet. Fagområdet er imidlertid mer forsmådd i vårt samfunn enn noensinne tidligere. Det fortjener en videre formidlingsposisjon i vårt utdanningssystem, tatt i betraktning den dominerende rolle snøen spiller i omgivelsene til oss

nordboere. Hele vår kulturhistorie er preget av snøen som det sentrale klimatiske uttrykk fra vår natur.

3.3 Klassifisering av snø

Det er sjelden at snødekket er ensartet fra topp til bunn i snølaget. Ofte må de enkelte lag i snødekket klassifiseres ulikt. I moderne maskinpreparerte skiløyper vil det øverste snøskiktet utgjøre en blanding av krystalltyper, som i tillegg til klimaet er utsatt for betydelig mekanisk påvirkning. Dette vil ytterligere komplisere klassifiseringen av snøen i relasjon til glidefriksjonsproblematikken, da det først og fremst er topplaget som er interessant i den sammenheng. Siden begynnelsen av 1930-tallet er det utviklet flere klassifiseringsprinsipper for snø. Det mest komplette, og med størst anerkjennelse fram til i dag, er utviklet av S.C. Colbeck (1986). Han deler snøen inn i følgende fire hovedgrupper med tilhørende undergrupper:

- I. Snøtype I:** Nyfallen snø, nedbør
- II. Snøtype II:** Tørr snø
 - A. Snøtype IIA:** Likevektsform, avrundet snø
 - B. Snøtype IIB:** Blanding av avrundet og fasettformet snø
 - C. Snøtype IIC:** Kinetisk vekstform, fasettformet snø
- III. Snøtype III:** Våt snø
 - A. Snøtype IIIA:** ”Pure grain clusters”
 - B. Snøtype IIIB:** Smelte-fryse-partikler
 - C. Snøtype IIIC:** Snøslaps
- IV. Snøtype IV:** Overflate-genererte snøegenskaper
 - A. Snøtype IVA:** Overflaterim
 - B. Snøtype IVB:** Skare forårsaket av vind
 - C. Snøtype IVC:** Smelte-fryse lag
 - D. Snøtype IVD:** Skare forårsaket av sol
 - E. Snøtype IVE:** Skare forårsaket av frosset regn

Både Norges Skiforbund og Swix benytter seg av noen enkle og praktiske prinsipper for relevant klassifisering av snø, og som er formidlet på henholdsvis testskjemaer og i

smøringskataloger. Likevel synes utbredelsen av basiskunnskapen om snø å være for dårlig til at denne klassifiseringen av snø blir tilstrekkelig praktisk anvendelig.

Klassifisering av snø i NSF`s testskjemaer:

1. Fallende
2. Glassert/blank
3. Ny, pakket
4. Finkornet
5. Kornet, tørr
6. Kornet, våt
7. Grovkornet, tørr

Klassifisering av snø i Swix`s smøringskatalog (vedlegg 6):

1. Nysnø/fallende snø
2. Finkornet snø
3. Gammel kompakt snø
4. Grovkornet snø

Denne enkle klassifiseringen utvides videre ved en gradering av fritt vanninnhold i snøen:

1. Tørr snø
2. Svakt fuktig snø
3. Fuktig snø
4. Våt snø
5. Veldig våt snø

Kunst snø

Det ligger i navnet at kunstsnø ikke er naturlig og derfor må klassifiseres for seg selv.

Erfaringene med kunstsnø er fortsatt begrenset til de miljøene som har utstyr til produksjon av dette og eller som har tilgang til å utøve skiidrett på dette i stort omfang. Fortrinnet disse har føyer seg naturlig inn i rekken av de fordeler det dreier seg om å skaffe seg i prestasjonsidrett.

3.4 Snøegenskaper og glidefriksjon

Et utall klimatiske og menneskeskapt variabler påvirker snøens mangfoldige og varierende egenskaper. Her følger de kjente karakteristika ved snøen som påvirker glidefriksjonen under skiene (Moldestad, 1995):

- Snøkrystallenes størrelse og vinkelform (metamorfisme).
- Snøkrystallenes hardhet (temperatur).
- Snøens fuktighet og smeltevanninnhold.
- Snøtetthet og kompakthet.
- Snøens trykkfasthet.
- Snøens urenheter (forurensing).

3.5 Snø og ski: Friksjon og motstand

Hemmeligheten bak den lave friksjonen mellom snø og skisåle er den mikroskopiske vannfilmen som utvikles når skiene glir over snøen. Denne vannfilmen oppstår på grunn av friksjonsvarme som smelter snøoverflaten (Bolden og Hughes, 1939). Tykkelsen på denne vannfilmen avgjør graden av friksjon (Colbeck og Warren, 1991). Temperaturforholdene og eventuelt fritt vann i snøen er de viktigste betingelsene for utvikling av vannfilmtykkelsen. Friksjonen kan være stor og gliden dårlig ved både stor og liten vannfilmtykkelse. Mellom disse ytterpunktene ligger idealområdet for gli og det vi kaller for **godt føre**.

Våt glidefriksjon: Ved høy snøtemperatur like under eller ved smeltepunktet vil vannfilmtykkelsen under skiene bli så stor at glidefriksjonen øker. Det oppstår sug under skisålen. I tillegg til friksjonssmeltingen skriver denne økte vannfilmen seg fra henholdsvis fritt smeltevann i snøen og perkolasjon av vann opp til skisålen etter sammenpressing av snøen. Denne negative effekten på gliden vil forsterkes med økende hastighet (Ambach og Mayr, 1981).

Tørr glidefriksjon: I motsatt fall kan vannfilmen bli så tynn at glidefriksjonen øker proporsjonalt med synkende temperatur. I sterk kulde kan vannfilmen være helt fraværende. Da vil friksjonen være så høy at det kan oppleves som om skiene glir på sand. Ved økende

hastighet vil vannfilmykkelsen øke slik at den dynamiske friksjonskoeffisienten reduseres (Oksanen og Keinonen, 1982 og Colbeck og Warren, 1991).

Støtmotstand mellom skiens front og snøen utgjør en betydelig men variert friksjonskomponent. Graden av denne motstanden vil være betinget av følgende samspillende faktorer: *Den vertikale distansen snøen blir komprimert vil stå i forhold til skiens form og areal, dvs. produktet av skiens bredde og lengde, og betinget av snøens tetthet før den blir komprimert av skien.*

Kompresjonen av snøen vil minke med økende skilengde, slik at støt- og kompresjonsmotstanden vil minke tilsvarende, forutsatt at skibredden er konstant. Derfor vil en ha mer å vinne på å øke skiens areal i lengden framfor i bredden.

Hastighetsøkning vil også øke den relative støtfriksjonen, slik at en også her vil vinne på økt skilengde (Moldestad, 1995).

Skiløperens kroppsmasse har erfaringsmessig hatt betydelig innvirkning på hastighet og glilengde. Tyngre løpere glir generelt både fortere og lengere enn lettere løpere i utforbakke med fast snø. I og med at tyngdekraftens akselerasjon er konstant på 9,81m/s uavhengig av masse, har det ikke vært så lett å forklare dette fenomenet. En av flere mulige forklaringer kan ligge i at nettopp denne "bulldosereffekten" fører til at stor masse reduserer støtfriksjonen under forhold med stor snøtetthet- og fasthet. Skiene flyter og massestørrelsen bidrar til å brøyte ned og jevne til snøklumper og ujevnheter i sporet. Samtidig vil det økte trykket mot snøen kunne bidra til å øke vannfilmykkelsen under kalde, tørre forhold og øke dreneringen av vann under våte forhold. Begge disse to forhold reduserer friksjonen og øker gliden. I motsatt fall synes erfaringen å vise at lette løpere har fordeler under løsere snøforhold som for eksempel nysnø eller dårlig preparert snøbunn i løypa. De flyter lettere på snøen p.g.a. mindre vertikal kompresjonsdistanse av snøen. Varierende skilengder i forhold til snø- og føre kan tenkes å eliminere noe av fordelene og ulempene knyttet til kroppsmasse. En mer nærliggende løsning synes imidlertid å finnes i tilknytning til skienes egenskaper og kanskje spesielt trykkfordelingen og lengden på deres marktrykksoner. Her gjenstår imidlertid mye forskning.

Snøens konsistens varierer som alt annet ved snøen. Dette fører til tilsvarende variasjon i kontaktflata mellom ski og snø. Det er gjort målinger på at kun 5 – 15% av såleoverflaten er i kontakt med snøen ved gammel, tørr, kornet snø og –5 C grader, 45 – 50% for den samme snøen med 12% frivanninnhold og 0 C grader, og 90 – 100% for den samme snøen med 28%

frivanninnhold og 0 C grader (Pikhala og Spring, 1986). Dette er forhold som vil få betydning for skienes egenskaper knyttet til trykkfordeling mot snøen. Erfaringer tyder på at det kan være fordelaktig med lengere marktrykksoner under skiene ved tørt, kaldt føre enn ved vått føre. Lengere marktrykksone vil kunne bidra til å øke vannfilmtykkelsen når denne enten er fraværende eller for tynn i forhold til behovet for redusert dynamisk glidefriksjonskoeffisient. Derimot vil kort marktrykksone kunne bidra til å redusere vannfilmtykkelsen når suget i skisålen blir for sterkt.

4. SKI

4.1 *Glidfriksjon og festefunksjon*

Følgende kjente variabler er viktige for skiens egenskaper:

Skiens trykkfordeling mot snøen: betinget av forholdet mellom skiens generelle stivhet og skiløperens vekt.

Skiens spennkurve og festesone: betinget av sonens lengde og høyde i forhold til skiløperens vekt, teknikk og kapasitet

Skiens tekstur, form og elastisitet: betinget av skiens generelle konstruksjon, materialvalg og oppbygging

Skisålens materiale: betinget av kjemisk sammensetning og fysiske egenskaper i forhold til tørr- eller våt snø

Skisålens struktur: betinget av overensstemmelse med føreforhold

Skisålens glidermetning og aktuell glidertype: betinget av overensstemmelse med føreforhold

Skisålens festesmøring: areal, tykkelse og type i overensstemmelse med føreforhold relatert til skiens spennkurve og festesone, løperens vekt og prestasjonsnivå.

5. TRYKK- OG SPENNKURVEN I KLASSISKE LANGRENNSSKI

Kravene til en god klassisk langrennski er komplekse sammenlignet med skøyteski. De klassiske skiene skal fungere godt både i gli framover og i festet knyttet til det motsattrettede frasparket bakover i en ekstremt hurtig og kort overgangsfase. Skøyteskiene skal derimot kun gli framoverrettet i varierende vinkel i forhold til fartsretningn. Til gjengjeld blir kravene og forventningene til gliden tilsvarende større, slik at marginalene får økt betydning også her.

5.1 Problemstilling

Begrepene festesone og smørelomme oppsto i forbindelse med glassfiberskienes inntog på begynnelsen av 1970-tallet. Mye av disse skiens fortrinn framfor de tross alt velutviklede laminerte treskiene, var at de hadde et spenn som gjorde at en kunne unngå å gli på festesmøringen. Dette var den ene vesentlig grunnen til at disse nye skiene kunne gli bedre enn treskiene. Den andre avgjørende faktoren var at det høymolekylære sålematerialet kunne absorbere og mettes med innvarmete glidemidler, som reduserte friksjonen i forhold til snøen.

Et tidlig og dominerende problem oppsto imidlertid rundt det å oppnå feste på skiene. Glassfiberskiene konkurrerte ut treskiene ved betydelig bedre gli, men tapte noe av dette fortrinnet på dårligere feste. Generelt var disse nye skiene rett og slett for stive, og med altfor stor høyde på åpningen i smørlommen. I hele denne perioden fram til i dag har problemet knyttet til spennet i festesonen på klassiske langrennski vært under kontinuerlig eksperimentering og bearbeiding med sikte på å finne gode prinsipielle løsninger.

På den ene siden har skifabrikkene stadig forbedret spennkurven i festesonen på henholdsvis våt- og tørrsnøski med sikte på muligheten for individuelle valg og tilpasninger. Brukerne har på den andre siden og i samarbeid med skiprodusentene stadig utviklet nye metoder for individuell og rasjonell sortering og valg av mest mulig hensiktsmessige ski. Tendensen i løpet av de siste ti årene har vært generelt mykere ski, slik at man har hatt bedre mulighet til å oppnå det man i skispråket kaller ”spikerfeste”, og det bør man ha. Likevel har ikke skiens funksjon funnet tilfredsstillende løsning ut fra de krav en i dag med rimelighet burde forvente,

ikke minst med tanke på mest like og rettferdige muligheter for å kunne velge gode konkurranseski. En betydelig del av den moderne myke skien er rett og slett for dårlig ”å føre”, for å benytte ytterligere et begrep fra det etablerte skispråket. Det betyr at skien glir dårlig når tyngdeoverføringen til en ski er fullstendig idet en står og glir på en ski umiddelbart før frasparket. Årsaken er da at hele skien trykkes ned i botten over hele eller det meste av festesonen før selve frasparket har startet. ”Spikerfeste” oppnår en, men fort nok går det fortsatt ikke med tanke på skienes bidrag til prestasjon.

Problemstillingen en blir sittende igjen med blir følgende:

- *Hvordan bør spennet i den klassiske langrennsskien være for å kunne oppnå best mulig skifunksjon både med tanke på god gli og godt feste i forhold til både føre og de individuelle variablene kroppsvekt og prestasjonsnivå?*

5.2 Metode: Etablert praksis

Utgangspunktet for valg av de rette skiene har hittil vært glienskapene til skiparet mens en sitter i hockey og renner utforbakke, samtidig som paret kan gi godt feste. Poenget har da vært at begge skiene skal løfte utøveren så mye at festesmøringen ikke tar tak i snøen. Hver ski blir da belastet med utøverens halve vekt. Derfor har en hittil benyttet en belastning på halv kroppsvekt i utmålingen av nye ski. Problemet en satt igjen med var imidlertid at disse skiene fortsatt enten kunne være for stive eller for myke når en sto med full vekt på en ski. For å løse dette problemet har det etter hvert blitt utviklet normer og metoder for individuelle uttak av riktige ski.

Pointmåling er den utbredte metoden for denne oppgaven. Dette utføres av spesielle trykkmålere utviklet av/for skiprodusentene/importørene. Trykkbelastningen på halvvekt plasseres i et punkt som tilsvarer plasseringen av tåballen om lag 8cm bak skiens balansepunkt. Skisålene legges mot hverandre med en føler mellom. Når avstanden mellom skisålene er tilfredsstillende lyser en lampe ved den aktuelle vektbelastningen på en glideskala fra 0 – 150 kg, og angir dermed hvilken halvvekt nettopp det aktuelle paret tilhører. Ved å måle seg gjennom par for par vil man kunne finne nettopp det skiparet som passer for utøverens vekt og prestasjonsnivå. Grovsorteringen er utført på forhånd av skiprodusenten og angitt direkte på skiene med betegnelsene myk, medium og stiv, eller tilsvarende.

Åpningen mellom skisålene vil utgjøre summen av åpning for begge skiene i paret. Feilkilden her er at en dermed ikke finner den presise høyden/åpningen i festesonen for hver av skiene ved å fordele avstanden mellom de to sålene i to like deler. Da finner en bare gjennomsnittet for de to skiene, og det blir feil da en fortsatt ofte finner mer eller mindre ulike ski i ett og samme skipar. Tidligere var dette imidlertid mer normalt enn unntaket. I løpet av de siste årene har dette forholdet imidlertid blitt betydelig forbedret på halvvektspennet. På helvekt er ulikehetene derimot fortsatt betydelige.

Papirprøven utgjør neste steg etter at skiparet er valgt. Da er hensikten å finne utstrekning og avgrensning av festearealet. Her benyttes et absolutt plant underlag, som enten kan være en tre- eller en aluminiumsbjelke med avrettet og 100% plant underlag. Begge skiene plasseres oppå dette underlaget. Utøveren står med vekten jevnt fordelt på begge skiene. Deretter stikkes et skrivepapir med en tykkelse på 0,1mm inn under balansepunktet for hver av skiene. Dette papiret føres så henholdsvis fram- og bakover skien til det butter mot sålen. Her merkes det så av på skiene for avgrensning av festesonen. Erfaringsmessig og prinsipielt skal festesonen ikke gå lenger bak enn bakkant på hælen, selv om papirprøven ender lenger bak. Derimot kan bakre del av festesonen med fordel ende opp i området under hælen og faktisk helt fram mot midten av foten dersom skiene er mer eller mindre framspent.

Lysplanke blir også benyttet av sportsforretninger for enkelt og rasjonelt uttak av ski. På tilsvarende vis som papirprøven plasseres skien på en plan planke. Men her er forskjellen at det er integrerte lys i regelmessig avstand som blinker ved vektbelastning fra utøveren, og dermed angir avgrensning av festesonen foran og bak. Denne metoden blir noe grovere og mer upresis enn papirmetoden, som følge av avstanden mellom lysene.

5.2.1 Mangler ved etablerte metoder for valg av ski og avsetting av festesoner

Fortsatt blir ski valgt ut på grunnlag av belastninger utmålt utelukkende på halv kroppsvekt. Her er det utviklet rimelig gode normer for både festesonens høyde- og lengdeåpning, så lenge en kun tar hensyn til skienes festeegenskaper og glienskaper med vekten fordelt på to ski. Men dette er altså ikke tilfredsstillende. Skienes totale funksjon vil fortsatt ikke være gode nok.

De fleste skipar, med tilfeldige unntak, vil med dette utgangspunktet bli trykket mer eller mindre helt til bunns i festesonen straks hele kroppsvekten er overført til en ski, med dårlig gli i føringsfasen som konsekvens. Dette har landslagene i langrenn tatt konsekvensene av de

siste årene ved at utmålingene og de individuelle valg av ski også bli utført med hel kroppsvekt som belastning. De skiparene som fortsatt greier å opprettholde en lav og langstrakt åpning på helvekt blir foretrukket. Helst må denne åpningen ha tilnærmet like lang utstrekning som på halvvekt, hvor største høyde imidlertid er om lag tre ganger så stor. Slike ski finner en svært få par av, da de dukker opp tilfeldig i produksjonsseriene. Derfor ligger det et omfattende måle- og sorteringsarbeid bak skiparken til våre landslag, og derfor vil det heller ikke være mulig for de øvrige konkurranseløpere i langrenn å få tak i slike ski, som kun utgjør en svært liten prosentandel av den totale produksjonen av konkurranseski.

5.2.2 Historikk og metodekritikk

Ovennevnte metode, som NSF's landslag praktiserer i dag, utgjør en bekreftelse på en teknikk som undertegnede utviklet og praktiserte for 15 – 20 år siden. Da den ovennevnte papirmetoden ble tatt i bruk i løpet av første halvdel av 1980-tallet var det halvvektsbelastning som var det rådende prinsipp. Imidlertid erfarte jeg etter få år som aldersbestemt- og juniortrener at skiene kunne være altfor myke i føringsfasen på en ski og full vekt. Dette tok jeg konsekvensen av ved å gå over til utelukkende å ta ut skiene på helvektsbelastning. Fortsatt benyttet jeg papirprøven, men nå med utøveren på kun en ski. Riktignok kunne skiene nå virke for stive p.g.a. usikkert feste. Men dette ble løst ved gradvis å forlenge festesonen framover, aldri bakover. Etter hvert utviklet jeg en norm der festesonen ble forlenget med 5cm framover etter at den var utmålt og avsatt på helvekt. Ved etterprøving på de samme skipar viser dette seg å stemme forbausende godt overens med de utmålingsprinsipper som i dag benyttes. Imidlertid kunne enkelte skipar fortsatt ha festeproblemer fordi en den gang ennå ikke hadde satt fokus på festesonens største åpningshøyde. Men også den erkjennelsen kom etter hvert ved overgangen til 1990-tallet.

Pointmåleren ble supplert med måling av festeåpning ved å føre tynne blad med trinnvis tykkelsesøkning på 0,1mm framover og bakover skiens festesone. På den måten kan en måle høyden kontinuerlig gjennom hele festesonen. Denne metoden ble utviklet av skiprodusent- og sportshandlerbransjen. Men her ble halvvektsutmåling fortsatt benyttet. Jeg valgte å benytte dette hjelpemiddelet ved fortsatt helvektsmåling på samme underlag som ved papirprøven, og kun på en ski om gangen.

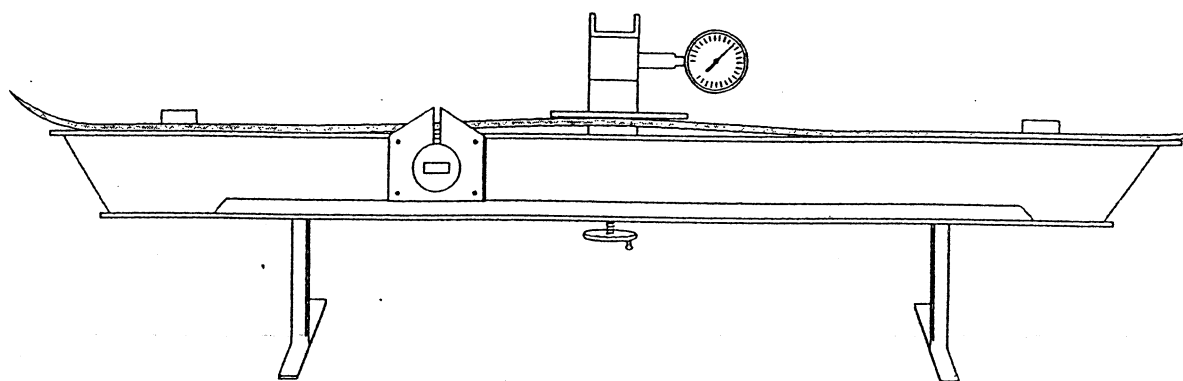
Ulike ski i parene og kryssbyting

En tidlig oppdagelse etter utmåling av et relativt stort antall skipar var at skiene innenfor samme par som regel var mer ulike i festesonens plassering og utstrekning enn en skulle forvente. Ved ett tilfelle fant jeg to helt like ski fra to forskjellige par. Ved å kryssbytte disse to parene fikk jeg ett par med to helt identiske ski, som dessuten var fullstendig i overensstemmelse med min norm for høyde og utstrekning på festesonen. Disse skiene bekreftet sin funksjon gjennom mange gode resultater i konkurranser på høyt nasjonalt nivå, bl.a. en 3.plass på 30km klassisk i et Norges Cup renn, seier i Nord Norsk Mesterskap m.fl. Dette skiparet hadde dessuten et godt sålemateriale.

6. NY TEKNOLOGI FOR SPENNMÅLING AV KLASSISKE LANGRENNSSKI

Allerede høsten 1995 inngikk nyutviklet spennmålingsutstyr i Olympiatoppens gliprosjekt.

Per Knut Aaland var da ansvarlig for forskning og eksperimentering rundt festeproblematikken i klassiske langrennsski. Den nye skimålingsteknologien var utviklet ved Eiker Sveise Service v/Tore Grøslund. Det var dette utstyret jeg kjøpte, eller i alle fall da trodde at jeg hadde kjøpt. Senere skulle det nemlig vise seg at dette ikke helt var tilfelle, slik at nye måletekniske problemer oppstod, med betydelige negative konsekvenser både i tids-og pengeødsling. Dette utstyret skulle bestå av følgende sammensatte komponenter (Figur 1): En U-profil i aluminium, skrue m/ratt for påføring av ønsket trykk midt under foten, elektronisk veiecelle m/digitalt display for presis avlesing av trykk, en digital høydemåler med en hundredels millimeters nøyaktighet og trinnløs avlesing, avleservogn m/innkl. høydemåler følger et maskinert spor, som resulterer i maksimal presisjon.



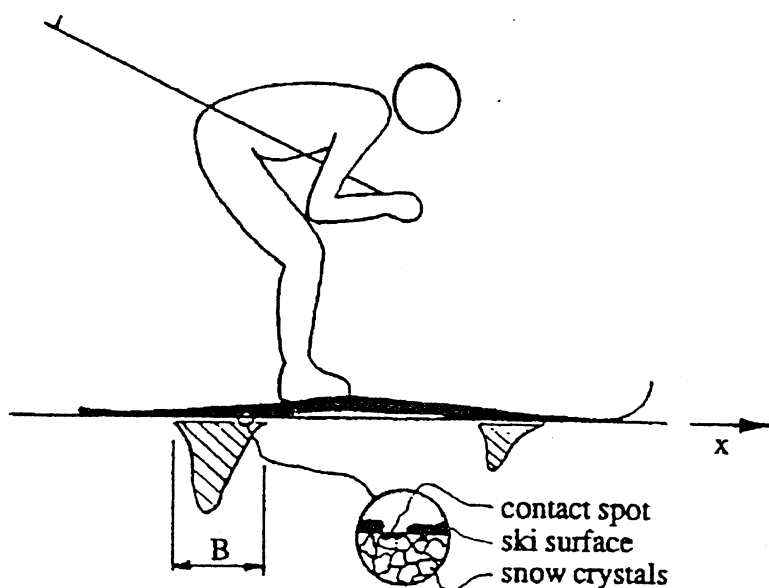
Figur 1

Skien legges opp på U-profilen og trykk pålegges skien 14 cm bak balansepunktet. Den elektroniske veiecella registrerer trykket, som så avleses på det digitale displayet. Høyden i spennet avleses trinnløst med den digitale høydemåleren som er integrert i avleservogna. Denne føres i det maskinert sporet i U-profilen og kan føres på langs av skiens underside. Resultatet av høydemålingene avmerkes med tusj langs kanten av skien i spennsonen. Dermed er skiens stivhet og spennegenskaper synliggjort og åpen for tolkning av dens funksjonelle egenskaper. Den endelige bekreftelse på dette kommer etter praktisk brukserfaring i trening- og konkurranser. Skienes funksjon under trening gir indikasjoner på om de er verdt å satse videre på i konkurranser. Den sikreste testbekreftelse er de beste resultatene en oppnår med

dei aktuelle skiparet i konkurranser. Testpåliteligheten øker proporsjonalt med nivået på konkurransen. De skiparene som har oppnådd best resultater på definerte føreområder vil i neste omgang danne norm for uttak av nye ski. Det sier seg selv at dette er en uhyre tids- og arbeidskrevende prosess.

6.1 Gli- eller marktrykksone

Myten om de moderne skienes glisone er at den utgjør differansen mellom full skilengde og festesone, eksklusiv skituppen. Tradisjonelle treski utgjorde i sin helhet glisone, hvor deler av denne også fungerte som integrert festesone, uten definert avgrensning. Den moderne laminerte langrennski av syntetiske materialer har imidlertid en betydelig kortere glisone enn det som normalt synes å bli forventet og antatt (Pikhala og Spring 1986). Eksempelvis vil en klassisk ski på 210 cm's lengde ikke ha en reell glisone på mer enn maksimalt 60 – 70 cm, som er fordelt på henholdsvis for- og bakski, lengst bak. Dette kaller en for **marktrykksone**ene, som utgjør de delene av skisålen som har et tydelig trykk mot underlaget når den er mer eller mindre vektbelastet på relativt tørr og fast snø. Resten av skien, dvs. den fremste- og den bakerste delen vil trykkavklastes og løftes mer eller mindre fra underlaget med økende belastning. Dermed vil skienes fram- og bakparti i hovedsak fungere som retningsstabiliserende styresoner, fortsatt på fast snø. Ved løsere snøforhold og nysnø vil skiene synke mer eller mindre ned, slik at også disse delene av skien vil fange opp mer av belastningstrykket. Da vil større andel av skilengden inngå i marktrykksonen (Figur 2).



Figur 2

Nominell kontakt-trykk distribusjon mellom skiløper i utforstilling og hard snø (Lehtovaara, 1989).

Lengden på marktrykksonene henholdsvis foran- og bak festesonen varierer fra skipar til skipar, og bidrar til å gi skiene forskjellige gliegenskaper. Disse gliegenskapene vil på samme skipar endres med varierende føreforhold. Med andre ord stiller ulike føreforhold tilsvarende ulike krav til skiene, og bidrar til at det samme skipar sjelden er godt på alle føreforhold.

Gli- eller marktrykksonene overlapper festesonen både foran- og bak, og bør være markert lengre bak enn foran. Dette fordi en søker å oppnå størst mulig kroppsvektbelastning på hælen når en sitter i hockey og renner. Dermed oppnås en bedre utnytting av den lengre marktrykksonen bak. Likeså er trykket også størst her ved full tyngdeoverføring med påfølgende gli på en ski umiddelbart før frasparket starter. Kunnskapen om marktrykksonene er imidlertid fortsatt så mangelfulle at dette feltet bør bli satt i fokus gjennom særskilt FOU-prosjekt.

6.2 Spenn- og festesone

Skiene har et bueformet spenn. Stivheten i dette spennet øker gradvis med økende vektbelastning, samtidig som spennet blir kortere med lavere høyde i forhold til et plant underlag. Etter hvert oppstår marktrykksonene foran- og bak, slik at det resterende og mellomliggende skiarealet vil utgjøre sluttspennet hvor festesonen plasseres. Dette blir ofte kalt for ”smørelomme” på skispråket. Dobbelspente ski er en utbredt betegnelse på ski bygd etter dette prinsippet. Intensjonen med denne smørelommen er å oppnå feste uten at dette berører glien i skien, eller i alle fall minst mulig.

Festesonen måles ut fra en vektbelastning som tilsvarer løperens halve kroppsvekt. Det begrunnes med at løperen står eller sitter med kroppsvekten jevnt fordelt på begge skiene under staking og renning utfor. Hensikten er at skien skal løfte løperen slik at festesmøringen ikke berører snøen, i alle fall minst mulig. Dette er et prinsipp som lenge har vært benyttet og som fortsatt gjør det. Med dette utgangspunkt blir skiene valgt ut og festesonen avsatt på individuelt grunnlag. Likevel viser erfaringen at mye informasjon om skiene fortsatt mangler. Selv om ovennevnte prinsipp for uttak av klassiske ski er anerkjent, så opplever mange å være i besittelse av lite funksjonelle ski, til tross for at skipar kan ha bekreftet gode gliegenskaper i glitester. Problemet knytter seg ofte til at skienes festesmøring subber mot snøen og bremser ved full tyngdeoverføring og helvektbelastning i den korte glifasen umiddelbart før

frasparket i diagonalgang. På skispråket snakker man om hvor god eller dårlig skiene er til å bli ført framover. Gliden i skiene blir ikke testet i nettopp denne glifasen på en ski, antakelig fordi få har tenkt på det og fordi det er vanskelig å utføre i praksis. Ved å måle ut skiene også med helvektsbelastning vil en oppnå verdifull tilleggsinformasjon som vil kunne bøte på problemet ovenfor. Kjennskap til forholdet mellom festesonens lengde og høyde på halvvektsbelastning og tilsvarende åpning på halvvektsbelastning ser derfor ut til å være viktig med tanke på å kunne oppnå mest mulig funksjonelle klassisk ski, selv om dette ikke kan avleses i noen glitest på to ski.

Åpningen er selvsagt lengere på halvvekts- enn på halvvektsbelastning. Men dess mindre denne differansen er, dess bedre synes skiens funksjon å være forutsatt at forskjellen på høyden er tilstrekkelig. Med en slik minimal forskjell i åpningens utstrekning på henholdsvis halv- og helvekt vil løperen unngå å gli altfor mye på festesmøringen når tyngden føres over på en ski og går over i glifasen umiddelbart før nytt fraspark. Denne glifasen i diagonalgang er viktig selv om den kan være kort, spesielt i bratt motbakke. I sum av antall glifaser på begge skiene blir diagonalgangens glilengde betydelig. Denne totale glilengden vil variere med både føret og profilen på løypa, og er derfor vanskelig å anslå.

Den gode klassiske langrennsski bør derfor ha gradvis økende stivhet fra null belastning via halvvekt til helvekt, slik at skien trykkes ned med minst mulig kontakt mellom festesmøring og snø under fullstendig tyngdeoverføring. Høyden i åpningen må imidlertid reduseres ned til om lag en tredjedel fra halv- til helvekt, mens utstrekningen av det kontaktfrie arealet mellom festesonen og snøen likevel bør reduseres minst mulig. Dette vil være spesielt viktig i frampartiet av festesonen. Resthøyden i festesonen på helvekt må imidlertid ikke være høyere enn at det umiddelbart oppnås god kontakt over det meste av festearialet kun ved hjelp av den ekstra muskelkraft som settes inn i frasparkfasen. Denne innledes, som kjent, med et eksentrisk "kniks" for å øke forspenningen i beinas strekkapparat før det egentlige frasparket setter inn i en kort og hurtig fase, med stort krav til motorisk "timing". Poenget er m.a.o. at høyden i festesonen så vidt er stor nok til at skien ved full tyngdeoverføring i hovedsak glir på gliarealets marktrykksone, og i minst mulig utstrekning på festesmøringen. I praksis er det knapt mulig å finne et par klassiske ski uten å måtte gli på større eller mindre del av festesonen ved full tyngdeoverføring, det vil m.a.o. si på deler av halvvektsarealet, forutsatt at skiene ikke er altfor stive og med dårlig feste. Men dess mindre av dette arealet som berøres av snøen dess bedre vil skiene kunne gli i denne fasen på en ski. Ideelt sett kunne en tenke seg at skiens økende stivhet til og med helvekt brått ble mykere i den siste frasparkfasen.

Imidlertid er det vanskelig å tenke seg hvordan slike ski skal kunne bygges. Det er i dag knapt mulig å finne ski med tilstrekkelig liten overlapping mellom festesonens hel- og halvvektsareal. Erfaringer vi har gjort på bakgrunn av omfattende målinger tyder på at disse overlappingssonene foran og bak i festesonen ikke bør overstige 20 cm i sum på 210 cm`s ski. Det betyr at minst 40 cm av festesonen bør ha en åpning på full vekt og tyngdeoverføring, dersom en tenker seg en festesone på 60cm. Ikke mer enn om lag en tredjedel av dette "overlappingsarealet" bør være foran. Helst burde dette arealet vært enda mindre, og teoretisk ideelt helt ned mot null. Slike ski finnes knapt, men de finnes, og har vært både målt og utprøvd i praksis med bekreftede resultater i langrennskonkurranser. På landslagsnivå er det bekreftet at det er slike krav en stiller til spennet i klassiske ski (Per Knut Aaland, 2000). Den praktiske funksjonen har stemt overens med teorien. Beklageligvis kan det se ut som det bare er tilfeldig at slike ski oppstår i produksjonen, og kanskje også like tilfeldig hvor de havner, enten direkte fra produsent til eliteløper eller ut til hvilken som helst sportsforretning. Dette gir alle mulighet for å oppnå "Bingo". Skifabrikkene har derfor et aldri så lite problem her. Det er god grunn til å stille seg spørrende til om de rett og slett ikke har teknologiske muligheter til å utvikle og serieprodusere klassiske langrennski i overensstemmelse med de krav som dagens erkjennelser bygger på.

De egenskapene til den klassiske langrennskien som her er beskrevet, er relatert til kravene i diagonalgang og dobbeltak med fraspark. Imidlertid vil de samme egenskapene gi minst like stor og sannsynligvis enda sterkere positiv uttelling i staking uten fraspark. I stakingen til en moderne konkurranseløper på høyt nivå kan bevegelsen av hele kroppsmassen opp og fram utføres så hurtig og kraftfullt at begge skiene trykkes så hardt ned at festesmøringen kan gripe tak i snøen. Dette til tross for at kroppsvekten er fordelt på begge skiene med halve vekten på hver. Skiene vil da kunne butte imot eller henge igjen slik at utøveren får følelsen av å stupe framover. I denne teknikken er det kun glifaser med varierende hastighet relatert til syklusen i stavtaket. Derfor må skiene også i denne sammenheng ha tilstrekkelig stivhet i startspennet, selv om de like gjerne kunne ha vært like stive helt ut i sluttspennet. Men da ville en ikke ha oppnådd feste ved fraspark, og det kommer en tross alt ikke utenom i en moderne homologisert langrennsløype etter FIS-normen. Kompromiss mellom forskjellige og motstridende krav til skiene kommer en ikke utenom. Erfaringsmessig kan en konkludere med at stivhetsforholdet mellom halv- og helvektsbelastning, som er omtalt ovenfor, vil være minst like viktig for staking uten fraspark som i de to andre teknikkene med fraspark, men da for utøvere på høyt nivå. Nøkkelen ligger i at en supplerer utmålingen av skiene på

halvvektsbelastning med tilsvarende på helvekt, for deretter å kunne klassifisere skienes kvalitative egenskaper i et helhetlig perspektiv. Det betyr at en ser de utmålte resultatene i sammenheng, med sikte på en endelig avgrensning av festesonen på erfaringsbasert skjønn.

Normene for festesonens lengde og høyde er relativt romslige, jfr. tabell 1. Derfor kommer en ikke utenom en skjønnsmessig helhetsvurdering av det særpreg som framkommer av måledata av det enkelte skipar, før beslutningen om festesonens avgrensning blir tatt. Forholdet mellom høydene på henholdsvis halv- og helvekt vil være av vesentlig betydning, likeså lengden på overlappingssonene mellom halv- og helvektsarealet både foran og bak. Disse målbare forhold vil være viktig informasjon i bedømmingen av hvor brått eller slakt skiene lukker seg. Dersom overgangen mellom feste- og glisoner er langstrakt og lite markert med lav høyde, må en bedømme skiene annerledes enn om disse er mer markert og med kort avstand fra stor til lav høyde på halvvekt. Overgangssonen mellom halv.- og helvekt bør imidlertid ikke bli for lang, spesielt på klisterski.

Et grunnleggende prinsipp er at festesonen aldri går lenger bak enn bakkant av hælen. I dette området er som regel avstanden svært kort til skiens viktigste marktrykk- og dermed glisone. Det er et paradoks at overgangen mellom festesone og viktigste glisone er så vidt kort og direkte. Nettopp derfor er det så viktig med rett plassering av festesonen. Ved økt tyngdeplassering bak på hælen under renning i hockeystilling forsterkes trykket på glisonen umiddelbart bak hælen. Dermed vil kompresjonsfriksjonen mot snøen øke slik at vannfilmen bli tykkere. Under tørre snøforhold vil dette redusere friksjonen og bidra til fartsøkning. Dessuten er marktrykksarealet eller glisonen størst på bakskien. Dette forholdet gjør seg også gjeldende under tyngdeoverføringen i forbindelse med framføringen av skien umiddelbart før frasparket starter. Det betyr en ekstrem kort overgang fra ensidig krav om gli, til tilsvarende sterkt behov for feste i neste øyeblikk.

6.2.1 Målnorm for halv- og helvektslast

Full lukking av festesonens avsluttende ytterpunkter defineres til 0,1 mm åpning. Dette er den erfaringsbaserte minstetykkelse på festesmøringen i endene av festesonen. For å oppnå gode referanser for avgrensning av festeareal måles derfor høyden i festesonen ut til 0,1 mm åpning både foran og bak, og både på halv- og helvektsbelastning. Deretter måles det med halvvektsbelastning trinnvis innover på henholdsvis 0,15 - 0,2 - 0,3 mm osv., inntil den

høyeste åpning i midtpartiet. Her måles også høyeste åpning på helvekt for å få bekreftet at den faller tilstrekkelig, men uten å bli for lav slik at festesmøringen vil kunne gripe for tidlig, dvs. før frasparket starter. Det synes viktig at endepunktene for 0,1 mm høyde på helvekt ligger nærmest mulig de tilsvarende høydene på halvvekt, som er angitt for ski på hver av de tre føreområdene i tabell 1. Samtidig bør største høyde på **helvekt** være nede i omlag en tredjedel av tilsvarende på halvvekt.

Største høyde i spennsonens midtparti på helvekt bør ligge i området 0,3 – 0,4 mm på tørrsnøski, 0,5 – 0,7 mm på klisterski og 0,4 – 0,5 mm på nullføre ski. Dette arealets utstrekning inntil 0,1 millimeter i begge ender av spennsonen, bør helst være på minst 40cm, og slett ikke under 30cm. Ideelt burde dette arealet tilsvare hele festesonen på 55-65cm, men slike ski er knapt mulig å finne.

Tabell 1:

FESTESONE						
Lengde				Høyde		
	Foran	Bak	Sum	Foran	Bak	Midten
Tørrsnø ski	35cm	20 - 30cm	55-65cm	0,1-0,15mm	0,15-0,2mm med mer	1,0-1,2mm
Klister ski	35cm	20 - 30cm	55-65cm	0,15-0,2mm	0,2-0,5mm	1,5-2,0mm
Nullføre ski	35cm	20 - 30cm	55-65cm	0,1-0,15mm	0,15-0,2mm	1,2-1,5mm

Tabell 1: Anbefalt norm for festesonens lengde og høyde i klassiske langrennski med 210cm's lengde, og utmålt på halvvektsbelastning. Lengde foran og bak er målt med utgangspunkt i skiens balansepunkt. Summen utgjør sammenhengende lengde. For kortere ski vil reduksjonen være ubetydelig mindre, men vil gradvis måtte reduseres noe. Normene er utviklet for gode konkurranseløpere og gjelder i faste gode spor. Ved løse snø-og sporforhold vil skiene med fordel kunne være noe mykere, med lavere åpningshøyde både på halv- og helvektsbelastning. Festearealet bør derimot opprettholdes.

Klisterskiene vil måtte ha en videre norm enn null- og tørrføreski for tørrvoks. Rødklisterski bør ha en noe høyere åpning på både halv- og helvekt enn ski for universal- og filolettklister, som kan ligge nærmere nullføreski. Helvektsåpningen blir spesielt viktig på klisterskiene, da klister vil kunne redusere glien betydelig mer enn tørrvoks.

7. METODIKK FOR TESTING AV LANGRENNSSKI

7.1 Testproblem

Enhver test er belemret med feilkilder i større eller mindre utstrekning, og øker proporsjonalt med variabelenes antall og omfang. Derfor må det alltid være en målsetting å eliminere disse i størst mulig grad, selv om det aldri vil være mulig å klare dette helt. Erfaringen bekrefter at den sikreste skitest er konkurransene i seg selv, på samme måten som de er de sikreste tester på skiløperens prestasjonsevne, fortsatt i forhold til utøvere klassifisert på samme nivå. Dette til tross for at en heller ikke her kan skille ut alle de enkelte variablene som påvirker resultatet. Likefullt representerer konkurransen den beste test fordi resultatet avslører skienes totale funksjon med hensyn til gli, og i klassisk også i forhold til feste. Påliteligheten i konkurransen som testsituasjon øker proporsjonalt med prestasjonsnivået. Dette viser all erfaring, og synes å være et allmenngyldig fenomen for idretten generelt, og ikke kun begrenset til skiidretten.

De objektive testsituasjonene kan kun innbefatte et begrenset utvalg av relevante variabler knyttet til gliproblematikken. I Langrenn foregår utøvelsen i stor utstrekning på **en** ski, i motsetning til de øvrige skidisiplinene. Men da denne glifasen foregår vekselvis og i korte sekvenser vil det ikke være praktisk mulig å teste gliegenskapene på skiene her. Balanseproblematikken vil sette en altfor stor begrensning. Å renne langt med relativt stor hastighet på en ski uten ytre støttepåvirkning er svært vanskelig. Derimot vet en fra alle skidisipliner at variasjon i trykk og avlastning på skiene vil påvirke gliegenskapene. I langrenn har en erfaringsmessig sterke indikasjoner på at det kan ligge mye skjult her, men utdypende vitenskapsbasert kunnskap på dette felt mangler fortsatt. Det en vet er at skienes spennkurve-og trykkfordeling mot snøen sammen med sålematerialets kvalitet utgjør de viktigste forhold med hensyn til gli. Dette er en egenskaper som ligger i skiene når de kommer ut av fabrikken, og kan følgelig ikke gjøres noe med i etterkant. For de som har tilgang på et stort antall ski er mulighetene større.

Problemstilling: Hvordan teste ut langrennsski med pålitelig resultat ?

7.2 Testbetingelser

Langrenn er og blir en utendørs idrett. Derfor må det være en sentral del av skikulturen å erkjenne det kompliserte forholdet til naturens mangfoldige og tildels uforutsigbare luner. Konkurransedretten generelt stiller stadig strengere objektivitetskrav med hensyn til like ytre konkurransevilkår. I sin ytterste konsekvens kan dette bare gjelde for innendørs idrett.

For utendørs idrett vil mestring av de ytre og varierende rammebetingelser alltid måtte bli en vesentlig del utøverens totale prestasjonsevne. I skiidretten vil dette vel så mye innbefatte mental og intellektuell kapasitet som motoriske ferdigheter og fysisk yteevne. Derfor vil det være vanskelig å finne noen idrett som har vanskeligere prestasjonsmessige vilkår enn skiidretten. Her må en virkelig mestre og tilpasse seg naturens lunefulle sider. Snøen er et grenseløst komplekst og foranderlig stoff, til tross for sin enkelhet i kjemisk oppbygning. Fysikkens lovmessighet spiller derimot på en betydelig andel av sitt register i de kontinuerlig skiftende omdanningsprosessene som snøen alltid utsettes for, og de endrede fysiske egenskaper som dermed oppstår. I forhold til friksjons- og gliproblematikk stilles skiteknologien overfor tilsvarende utfordringer. Dette utgjør et sentralt og dominerende element i skikulturen, og burde derfor forutsette større støtteapparat rundt konkurranseutøveren enn i noen annen individuell idrett. Paradoksalt nok er likhetstrekkene med motorsporten stor nettopp på dette felt, til tross for ulikhetene forøvrig.

7.2.1 Tiden - været - føret

Skitesting krever mye tid. Klimaet og snøens luner setter betingelsene. Sjelden stemmer været overens med de aktuelle testmål. Været kan være stabilt med ensartede snøforhold i både ukes- og månedsvise, mens man i samme periode kan ha behov for å teste under helt andre- eller varierte forhold. Været kan skifte hyppig over korte tidsperioder hvor man er ute etter systematisk testing av en avgrenset og klart definert vær- og føretype. Været og føret kan endre seg midt oppe i en testsituasjon. Dessuten kan vinden forstyrre et hvilket som helst testopplegg.

Skitest har som mål å teste ut gliforskjellen mellom en serie skipar i forhold til mer eller mindre klart definerte snøtyper. Værforhold som temperatur og luftfuktighet vil ha grunnleggende innvirkning på snøen. Samtidig vil sol, og graden av skydekke og vind kunne

ha mer eller mindre definerbar påvirkning på snøens overflate. Graden av fritt vann i snøens overflate- eller i underliggende lag er også en vanskelig faktor å bedømme.

Glikvaliteten og friksjonsforholdene kommer tradisjonelt til uttrykk i begrepet føre, hvor kvaliteten til enhver tid ligger på glideskalaen fra dårlig- til godt føre. Denne klassifiseringen er grov, åpenbar og upåvirkelig. Problemet er å finne de skipar som glir best under de rådende føreforhold. Her kan utslagene være overraskende store, selv om en aldri kan eliminere de forutsetninger som ligger nedfelt i selve føret. Godt- eller dårlig føre representerer ytterområdet på en trinnløs glideskala hvor snøens glidebetingelser langt overgår skienes glidegenskaper.

Vinden representerer en ukontrollerbar feilkilde. Selv det minste vindpust påvirker hastigheten. Følgelig er man helt avhengig av vindstille vær når testene utføres. Dette er det naturlig nok vanskelig å planlegge. Når det så kan ta opp til flere timer å klargjøre en serie med skipar for glitest, så er det åpenbart at vindforholdene kan endre seg i mellomtiden. Testen må avbrytes før den har begynt, og ofte også etter at den har kommet godt igang. Ytterligere tid må spilles i etterarbeid med konservering av skisålene mot oksydering. Dette er konkurranseløperens frustrasjon på de høye prestasjonsnivåene og bekrefter behovet for “støtteapparat”. Vinden har ødelagt testbetingelsene forut for mang en konkurranse, med feil skivalg som konsekvens. Bare av den grunn burde alle skiparene være testet ut og kjent for utøveren på forhånd. Men dette er som sagt ikke alltid så lett å få gjort.

Vindskjerm langs sporet i aktuell testbakke kan være en løsning av problemet. Men dette blir ressurskrevende både i materialkostnad og kanskje aller mest tidsbruk. En løsning kan være å la vindskjermen stå oppe over lengere tidsperioder i bakker som benyttes mye til testing, og i forbindelse med større testprosjekt, og kanskje også i tilknytning til konkurransearenaer.

Vindmåler for registrering av vindhastighet har hittil knapt vært anvendt i forbindelse med skitesting. Likevel burde anvendelse av dette vurderes med tanke på å få sikre måltall på vindhastighetens grad og variasjon. Vindstille vær er en forutsetning for enhver skitest og blir i praksis fastslått uten vindmåler, selv om dette ikke alltid er like lett å konstatere med tilfredsstillende pålitelighet. Vindstille må defineres eksakt da et sporadisk drag i luften er nok til å påvirke et testresultat selv om det tilsynelatende er ubetydelig.

8. TESTPROSEDYRER

8.1 Kvantitativ metode: Objektiv test

Glitest foretas ved renning i varierte bakker. Helningsvinkel og lengde vil være viktig for påliteligheten av sluttresultatet. Bakkene må være så lange at **skiens fart** i akselerasjons-, topp- og retardasjonsfaser ligger på relevant nivå i forhold til konkurransesituasjonen. Erfaringsmessig forutsetter dette rennlengder på omlag 30 - 80 meter. Men både kortere og lengere rennlengder kan være aktuelt. Det en må være oppmerksom på er at akselerasjonen aldri starter fra null hastighet i en konkurranse, bortsett fra start. Derfor må akselerasjonsfasene under test være så lange at de kommer nærmest mulig opp til relevante akselerasjonshastigheter i konkurransesituasjon. Testens objektivitetskrav forutsetter likevel og paradoksalt nok at en starter på null fart, fordi dette er det eneste utgangspunkt som kan være likt hver gang. I konkurransen ligger hastigheten på en høyere terskel, hvor den varierer og veksler mellom de enkelte fasene.

Skiene testes ved å gli med trykket jevnt fordelt på begge skiene i mest mulig lik kroppsposisjon fra gang til gang. Startpunktet merkes av, f.eks. på høyde med tåspiss/framkant binding, og er likt fra gang til gang.

8.1.1 Fartsmåling og tidtaking

Hastigheten måles ved hjelp av fartsmåler/radar, hvor en registrerer hastighet pr. tidsenhet som km/t eller m/sek, eller som tid i sekunder. Det siste har etter hvert vist seg å være det mest relevante i og med at tiden på en gitt tilbakelagt distanse fanger opp både akselerasjons-, topphastighets- og retardasjonsfasen. Dermed har en fått den informasjonen om skiens glienskaper som er relevant for en konkurransesituasjon. Førstnevnte alternativ måler imidlertid hastigheten på en helt vilkårlig og tildels ukjent fase, selv om en her får registrert en gjennomsnittshastighet over en gitt distanse. Ved valg av dette alternativet er hastigheter i området mellom 15- og 40 km/t mest relevant i test.

8.1.2 Lengdemåling

En annen og enklere hastighetsmåling er å registrere hvor langt en glir, ved å merke av det punktet hvor skiene stopper helt opp. Dette er den mest brukte testmetoden fordi den er uavhengig av kostbar fartsmåler, som i tillegg er tidkrevende og brysom å benytte. En feilkilde her er at den kan favorisere ski som glir godt på ekstremt lav slutthastighet, og ekskludere ski som glir best i et høyere hastighetsområde, men stopper brått på lav hastighet. I en konkurransesituasjon er det laveste hastighetsområdet uinteressant. Retardasjon ned mot null er derfor like lite relevant i en konkurranse som aksellerasjon fra null. Test av glilengde er likevel en praktisk og akseptabel testmetode som erfaringsmessig har vist seg å være rimelig pålitelig i både konkurranse- og den hverdagslige treningstestsammenheng. Det kan synes som om mange skipar glir like godt i både høy- og lav hastighet under gode føreforhold. Imidlertid er den lave hastigheten på slutten av retardasjonsfasen svært påvirkelig av marginaler som vinddrag, ujevnheter og snøklumper i sporet, variasjon i sittestilling m.m. Svært ofte opplever man store uforklarlige variasjoner i rennlengder på samme skipar (jfr. s.37 og 40). Da kan en løsning være å skifte testbakke. Men ikke sjelden kan en bli stående igjen uten konklusjon.

8.1.3 Statistisk gjennomsnitt, faglig skjønn og bekreftelsesproblem

Enhver test må utføres 3-5 ganger, og like mange ganger på hvert skipar. Alle testskiene må være med på hver runde, for å eliminere endringer i vær- og føreforhold under testen. Gjennomsnittresultatet for hvert skipar blir en god indikator på glienskapene.

En statistisk basert sannsynlighetsvurdering øker påliteligheten i enhver testkonklusjon. Dette forutsetter et størst mulig antall tester på samme tid, og helst gjentatt og bekreftet ved senere anledninger med tilsvarende snøforhold. Nettopp her ligger kanskje den største begrensningen, nemlig kravet til presisjon i fortolkningen av snøtype i forhold til definerte klassifikasjoner.

8.3 Kvalitativ metode: Subjektiv test

Glitestene har som mål å gi mest mulig objektiv informasjon om skienes gliegenskaper. Dette objektivitetskravet vil imidlertid begrense omfanget av ønskede informasjoner om skiene med tanke på praktisk anvendelse. Dette fordi det vitenskapsbaserte metodekrav setter klare begrensninger. For å få vite mer har en derfor vært nødt til å supplere med testmetoder som allerede i utgangspunktet er erkjent subjektive. Feilmulighetene vil her naturlig nok vær større. Men risikoen for dette oppveies erfaringsmessig av mulighetene for nyttig og troverdig tilleggsinformasjon. Dersom slike subjektive tester bekrefter de objektive så har man kommet så langt det er mulig i test.

En slik subjektiv test består ganske enkelt i å gå på skiene i varierte terrengprofiler og hastigheter med sikte på å kjenne og oppleve hvordan skiene fungerer totalt. Denne totalopplevelsen av skiene krysses av på en kvalitetsskala på f.eks. 1 - 5, hvor det høyeste tall representerer best ski. Denne testen er individuell og subjektiv, men dersom den sammenholdes med flere individuelle samsvarende tester vil den kunne øke eller redusere påliteligheten. Paradokset er da at også denne testen vil kunne bli kvantitativ. Kvaliteten på denne testmetoden øker med antall utøvere som foretar den på de samme skipar. En slik subjektiv test kan så sammenholdes med objektive testresultat og dermed gi en så sikker testkonklusjon som mulig. Ytterligere av- eller bekræftelse kan oppnås ved å sammenholde testkonklusjon med måledata om skienes spenn- og trykkfordelingskurve. Dersom teori og praksis stemmer overens kan en ikke komme lengere, bortsett fra konkurransen, som den mest troverdige test.

8.4 Testing av skøyteski

8.4.1 Test utenfor og/ eller i spor

Det vil som regel være forskjellige friksjonsforhold i og utenfor et klassisk spor. I sporet vil snøen pakke seg tettere sammen og ofte utvikle en mer eller mindre blank overflate, som regel flekkvis bortetter sporet. Høy luftfuktighet vil forsterke dette fenomenet. Snøen vil kunne forårsake mere sug og dårligere gli i skiene enn det en opplever utenfor sporet. Forklaringen på at en også i klassisk av og til velger å renne utenfor sporet ligger nettopp her, og

representerer en av skiløpingens mange taktiske utfordringer. Antall løpere vil forsterke påvirkningen og endringene av snøen både i klassisk og skøyting.

I snøskøyting befinner skiene seg i størst utstrekning utenfor sporet. Derfor vil det være mest relevant å prioritere testingen utenfor sporene. Det betyr ikke at også sportesting er aktuell og ofte også svært viktig. For det første er det naturlig å renne i sporet ved hastigheter over mulig gangfart, dvs. fart over høyhastighets-/lavgangsområdet, og for det andre er forholdene i blant ganske like både i og utenfor sporet.

Retningsstabiliteten i skiene er ubetinget best i sporet. Utenfor sporet er derimot styringen av skiene et problem, som følgelig representerer en feilkilde som påvirker testresultatet. Uregelmessigheter i snøens overflate kan forårsake varierende motstand i skiene. En snøklump er tilstrekkelig til å bremse glihastigheten. Disse forholdene representerer relativt betydelige feilkilder til tross for at det er skiens glienskaper utenfor sporet som er viktigst. Ikke sjelden vil det være ulike skipar som glir best henholdsvis i- og utenfor sporet. Valget av beste skipar blir derfor vanskelig. Dette forutsetter derfor et skjønnsmessig valg, basert på en helhetlig vurdering og eventuelt kompromissløsning. Beste gjennomsnittresultat i og utenfor sporet vil være det mest nærliggende kriterium.

8.5 Test av klassiske ski

Ved glitest av klassiske ski kommer festeproblematikken inn i bildet. Første forutsetning for et par klassiske ski er at de gir godt feste ved normalt lagt festesmøring. Glitestingen kan utføres både med og uten feste. Forholdet mellom de enkelte skipar kan endre seg fra test uten til test med feste. Målet må være å finne et skipar som mister minst mulig gli etter at tilfredsstillende feste er oppnådd. Det ideelle vil være å kunne opprettholde glien fullt ut. Helst bør man unngå å berøre festesmøringen selv om hele kroppstygden er overført på en ski, men det må fortsatt være en forutsetning at skiene gir sikkert feste. Dersom en oppnår dette betyr det at man går hårfint klar av festesmøringen når man glir på en ski. Når frasparket settes inn griper festesmøringen umiddelbart. Slike ski er de vanskeligste å finne, særlig for tørrsnø. Som regel må man finne seg i å måtte gli mer eller mindre på festesmøringen i glifasen på en ski. Men ved gli på begge skiene og med kroppstygden jevnt fordelt, så bør en

gå fri av festesmøringen. Oppnår man ikke dette så er skiene for myke. I motsatt fall er de selvsagt for stive dersom det er vanskelig å oppnå tilfredsstillende feste.

Festesmøringen forut for en glitest må legges i tykkelse som er individuelt forskjellig på de enkelte par, men likevel slik at alle par har like godt feste. Identisk smøring må selvsagt benyttes. Dersom en velger en første testrunde uten reelt feste, så må en likevel dekke over rubbingsonen med et tynt lag festesmurning for å minimalisere en eventuell bremseeffekt fra denne sonen. Ofte vil det være tilstrekkelig med en slik pretest for å slippe arbeidet med å legge komplett feste på alle aktuelle par. Tidsaspektet vil her være avgjørende. I den praktiske virkelighet må man rasjonalisere ved å gå direkte på test med ferdig pålagt festesmøring, da er dette er mest relevant.

9. FEILKILDER

De mest omfattende feilkildene ligger innbakt i det stoffet som er omtalt i kapitlene om henholdsvis testbetingelser, prosedyrer og metode. Nedenfor følger ytterligere noen feilkilder, som er lett å overse:

Endringer i sporet i løpet av en test

Ved gjentakende renning i sporet og i samme bakke vil det skje en kontinuerlig endring av snøens beskaffenhet. Dette får konsekvenser for glien og vil følgelig være en stor feilkilde, som er lett å overse. Når ellers uforklarlige endringer skjer i en glitest, så er dette et forhold en bør være oppmerksom på..

Flere testpersoner

Når flere personer deltar i samme test må en være oppmerksom på følgende feilkilde: En person som renner tett inn på en foran vil oppnå bedre gli. Denne effekten kan under enkelte forhold sitte opp til flere sekunder etter at den første har rent. Forklaringen ligger i både redusert luftmotstand og økt vanninnhold i snøens overflate. Denne vannhinna er årsaken til isdannelse etterhvert og dermed blanke spor. I enhver glitest vil det derfor være viktig å renne med god avstand.

Luftmotstanden

Bekledningens overflate vil påvirke luftmotstanden og dermed testresultatet. Derfor vil det være viktig at samme bekledning benyttes gjennom hele testen. Både overtrekksjakke- og, i særdeleshet, bukse øker luftmotstanden i betydelig grad. Det samme gjør f.eks. drikkebeltet bak på hofta. Når en sitter i hockey stikker dette opp som et markert vindfang. Minst luftmotstand har konkurransedressen.

Mekanisk motstand

Skoovertrekk må taes av da dette vil skure langs sporkanten og forårsake betydelig, men variabel bremseeffekt. Overflateruhet i sporet, som for eksempel snøklumper, kan skape variasjon i testresultatene. Derfor må en være nøye med å holde sporet glatt og ensartet gjennom hele testen.

10. METODE

10.1 Eksperiment gjennom prøving- og feiling

Metodeproblematikken representerer den største begrensende faktor i testing av ski. Det finnes ingen rask og effektiv metode som kan legge grunnlaget for rimelig pålitelige konklusjoner. Feilkildene griper inn fra alle bauger og kanter, og kan bare i begrenset omfang elimineres.

Skiene

Det er fem variabler med tilhørende uttall av alternativer som styrer skienes glienskaper og funksjon. Ved glitesting av ski søker en svar blant disse variablene i deres relasjoner til klassifiserte- og definerte snøtyper. Nedenfor følger disse skirelaterte variablene i prioritert rekkefølge med tanke på betydning for sluttresultatet:

- Skiparets trykk- og spennkurve
- Sålematerialet
- Sålestruktur
- Glider
- Festesmøring

Variablene 1 og 2 må betraktes som en enhet og representerer selve skiparet slik det framstår ved levering fra fabrikken. Her kan ingenting endres etter at skiene er produsert og utvalgt. Testing av disse to variablene vil derfor som regel foregå integrert, og i praksis innebære en utvelging av rett og slett de beste skiparene. Mer enn halvparten av skienes gli- og funksjonskvalitet ligger her. Magnar Dalen går så langt som å strekke denne betydningen helt opp i 80%. Dette forutsetter selvsagt at variablene 3, 4 og eventuelt 5 er tilfredsstillende utført. Det betyr at de elementære krav til skibehandling er innfridd.

For klassiske ski må variablene 1 og 5 passe som "hånd i hanske" til utøverens individuelle karakteristika som kroppsvekt, teknisk individualitet og prestasjonsnivå. I skøyting er presisjonskravene ikke like ekstremt for noen av variablene eller kombinasjoner av disse. Men

dette rår det fremdeles en del usikkerhet omkring. Hver av variablene 3, 4 og 5 representerer fra flere hundre opp til flere tusen alternative muligheter enkeltvis eller i kombinasjoner. I enhver glitest søker en å finne svar på en variabels og ett begrenset antall alternativers funksjon i forhold til aktuell snøtype.

Dette kan bare gjøres ved “**prøving- og feiling**” av et utvalgt sett med alternativer. Disse velges ut på grunnlag av en erfaringsbasert sannsynlighetsvurdering med bakgrunn i tidligere tester og konkurranser. Muligheten for å overse ett mulig beste alternativ er alltid til stede. Nye muligheter vil derfor alltid måtte komme i betraktning.

Nullstilling

Skiene må nullstilles for å vite hva en tester. Nullstilling av testski vil si å eliminere bort alle variabler med tilhørende alternativer, bortsett fra de få det er innen rekkevidde å teste ut. Det sier seg selv at dette bare er mulig i begrenset utstrekning. Konklusjonene man trekker etter en test kan derfor aldri bli entydige. De må alltid kobles sammen med erfaringsbasert skjønn, som bygger på en helhetlig bedømming og et vidt perspektiv. Dette gjør det forståelig at selv verdens beste skiløpere "smører seg bort" av og til. Fenomenet "bortsmøring" er gammelt og er fortsatt en del av skiløpingens virkelighet. Men det er ikke lenger begrenset til festesmøring. I dag kan det knyttes til alt fra feil valg av skipar innkludert sålestruktur, via feil glider til festesmøring.

Dårlig nullstilling representerer den vanligste og største feilkilden ved testing av ski. En fullstendig eliminering av denne feilkilden vil ikke være mulig. I praksis vil en måtte nøye seg med å begrense upresis nullstilling til et minimum. En test uten nullstilling kan selvsagt være meningsfull, men en vil da ikke vite noe om hvilke variabler med tilhørende alternativer som er årsaken til resultatet. På grunn av ressurskravet både i arbeid og tid foregår likevel de fleste skitester i praksis uten nullstilling.

Absolutt nullstilling betyr følgende: For hver av de fem skirelaterte variablene ovenfor, som en ønsker å teste ut, så må de fire andre være identiske.

Testingen av de utvalgte alternativene blant de fem variablene ovenfor kan bare utføres ved “prøving-og feiling”. Det sier seg selv at blindgatene derfor kan bli både mange og lange. Men noen annen praktisk anvendelig og mer effektiv metode er ennå ikke utviklet, og synes i dag ikke å være innen rekkevidde i nærmeste framtid.

En nullstilling kan aldri bli hundre prosent pålitelig. Det ville i så fall bety at alle variablene, med unntak av den ene som skal testes, må være innbyrdes helt identiske. Det vil aldri være mulig. Likevel må man teste. Det gir resultater, og i det lange løp vil man komme videre framover med stadig nye erkjennelser, - ”skritt for skritt” på glidende ski.

11. SLUTTORD

Løypa er uendelig lang og kronglete når det gjelder forholdet mellom ski og snø. Derfor må man stadig finne seg i å måtte gå "to skritt fram og ett tilbake", som Magnar Dalen uttrykte det. Av og til opplever man også å måtte gå "to skritt eller mer tilbake for hvert skritt fram". Da blir det tungt. Men prestasjonsmålene og utfordringene setter ingen grense, selv om motivasjonen kan gjøre det. Over tid kommer man fram. Det er en utholdenhets idrett på alle plan det dreier seg om.

Vitenskapeligheten, kunnskapen, intuisjonen og magien må finne seg i "å gå hånd i hånd" i skiidrettens forhold til snøen. Slik vil det alltid måtte bli selv om det er magien som stadig må vike. Motivasjonen ligger for en stor del i erkjennelsen av at prestasjonsforbedringer ikke har noen grense, men aller mest i begeistringen for skiidretten, som et naturbasert og identitetsbekreftende kulturuttrykk for oss nordboere.

REFERANSER

- Ambach W. and Mayr B. *Ski gliding and water film*. Cold Regions Science Technology, 5
59-65. Elsevier Publishing Company, Amsterdam – Printed in The Netherlands
1981
- Bowden F.P., F.R.S. *Friction on snow and ice*. Research Laboratory for the Physics and
Chemistry of Surfaces, Department of Physical Chemistry, University of Cambridge
1953
- Bowden F.P. og Hughes T.P. *The mechanism of sliding on Ice and snow*. Proceedings of the
Royal Society of London, Series A217: 462 – 478, 1939
- Colbeck S.C. *An overview of Seasonal Snow Metamorphism*. U.S. Army Cold Regions and
Engineering Laboratory, Hanover, New Hampshire 03755. Reviews of Geophysics
and Space Physics, Vol. 20, No.1, pages 45-61, february 1982
- Colbeck S.C. *Classification of Seasonal Snow Cover Crystals*. U.S. Army Regions Research
and Engineering Laboratory, Hanover, New Hampshire. Water Resources Research,
Vol.22, No.9, Pages 59S-70S, august 1986
- Colbeck S.C. *The Kinetic Friction of Snow*. U.S. Army Cold Regions Research and
Engineering Laboratory, Hanover, New Hampshire 03755-1290, U.S.A. Journal of
Glaciology, Vol. 34, No.116, 1988
- Colbeck S.C. *Snow-Crystal Growth With Varying Surface Temperatures and Radiation
Penetration*. U.S. Army Cold Regions Research and Engineering Laboratory,
Hanover, New Hampshire 03755-1290, U.S.A. Journal of Glaciology, Vol. 35,
No.119, 1989
- Colbeck S.C. *The Layered Character of Snow Covers*. U.S.Army Cold Regions Research and
Engineering Laboratory, Hanover, New Hampshire. Reviews of Geophysics, 29,
1/february 1991
- Colbeck S.C. og Warren G. C. *The thermal response of downhill skis*. U.S. Army Cold

Regions Research and Engineering Laboratory, Hanover, New Hampshire 03755-1290, U.S.A. *Journal of Glaciology*, Vol. 37, No.126, 1991

La Chapelle Edward R. *Field Guide to Snow Crystals*. Library of Congress Catalog Card Number 70-85215. The University of Washington Press, 1969.

Lehtovaara A. *Kinetic Friction between Ski and Snow*. Acta polytechnica Scandinavica, Mechanical engineering series. Finnish Academy of Technical Sciences, Helsinki 1989

Moldestad, Dag Anders. *PC – basert system for måling og valg av sålestruktur på langrennsski*. Universitetet i Trondheim, Norges Tekniske Høgskole, Institutt for Teknisk Kybernetikk, Trondheim desember, 1995

Oksanen F.P. and Keinonen J. *The mechanism of Friction of Ice*. *Journal of Wear*, Vol.78, 315 – 324, 1982

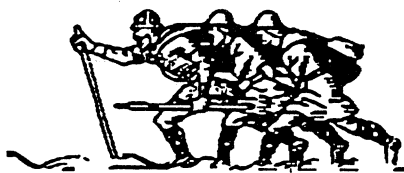
Pikhala P. and Spring E. *Determination of the Contact Area Between Ski and Snow Using a Simple Thermal Conductivity Mater*. Report Series in Geophysics, University of Helsinki, No.22, 1986

Swix. *Smøringsleksikon for aktive og andre ivrige skiløpere*. PR3N, 8 – 9, utgitt av Swix Sport, Lillehammer, 1988

KILDER

Dalen, Magnar. Leder for smøreteamet til Norges Skiforbunds elitelandslag i langrenn på -90 tallet.

Aaland, Per Knut. Medlem av og etter hvert leder for smøreteamet til Norges Skiforbunds elitelandslag i langrenn på –90 tallet fram t.o.m. 2001 sesongen. Tidligere eliteløper.



NORGES SKIFORBUND

Fédération Norvégienne de Ski • The Norwegian Ski Association
Tilsluttet: Norges Idrettsforbund og Det Internasjonale Skiforbund

Nils Fredrik Rønbeck
Høgskolen i Finnmark
9500 ALTA

Oslo 27.10.95

BEKREFTELSE

Det bekreftes herved at Nils Fredrik Rønbeck vil inngå i Olymplatoppen/ Norges Skiforbunds gliprosjekt 1995/96.


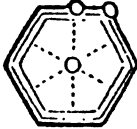




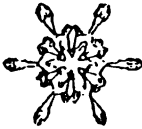








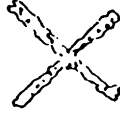





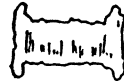













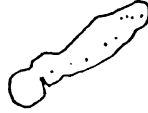




Mye av Nils Fredriks arbeidsoppgaver vil bli lagt til Trondheim hvor det skal arrangeres VM i 1997. Han vil i Trondheim gå inn i et "team" bestående av Magne Myrmo fra NSF og Dag Anders Moldestad fra NTH/Sintef.

Oppgavene vil i hovedsak dreie som om kartlegging av forholdene i Trondheim, hvilke strukturer, smørninger og påleggingsmåter av glider som er best samt friksjonsproblematikk (hvorfor ulike tingene fungerer bedre enn andre).

Nøyaktige arbeidsoppgaver og prosjektbeskrivelse vil foreligge i løpet av første halvdel av november 1995.

NORGES SKIFORBUND
LANGRENN

Åge Skinstad
Avdelingsleder.

Graphic Symbol	Examples			Symbol	Type of Particle
				F1	Plate
				F2	Stellar crystal
				F3	Column
				F4	Needle
				F5	Spatial dendrite
				F6	Capped column
				F7	Irregular crystal
				F8	Graupel
				F9	Ice pellet
				F0	Hail

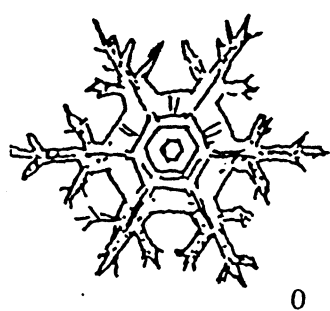
A pictorial summary of the International Snow Classification for solid precipitation. This classification applies to falling snow.

	P6b Plate with spatial dendrites		CP3d Plate with scrolls at ends		R3c Graupel-like snow with nonrimed extensions
	P6c Stellar crystal with spatial plates		S1 Side planes		R4a Hexagonal graupel
	P6d Stellar crystal with spatial dendrites		S2 Scalelike side planes		R4b Lump graupel
	P7a Radiating assemblage of plates		S3 Combination of side planes, bullets, and columns		R4c Conelike graupel
	P7b Radiating assemblage of dendrites		R1a Rimmed needle crystal		I1 Ice particle
	CP1a Column with plates		R1b Rimmed columnar crystal		I2 Rimmed particle
	CP1b Column with dendrites		R1c Rimmed plate or sector		I3a Broken branch
	CP1c Multiple capped column		R1d Rimmed stellar crystal		I3b Rimmed broken branch
	CP2a Bullet with plates		R2a Densely rimmed plate or sector		I4 Miscellaneous
	CP2b Bullet with dendrites		R2b Densely rimmed stellar crystal		G1 Minute column
	CP3a Stellar crystal with needles		R2c Stellar crystal with rimmed spatial branches		G2 Germ of skeleton form
	CP3b Stellar crystal with columns		R3a Graupel-like snow of hexagonal type		G3 Minute hexagonal plate
	CP3c Stellar crystal with scrolls at ends		R3b Graupel-like snow of lump type		G4 Minute stellar crystal
					G5 Minute assemblage of plates
					G6 Irregular germ

	N1a Elementary needle		C1f Hollow column		P2b Stellar crystal with sectorlike ends
	N1b Bundle of elementary needles		C1g Solid thick plate		P2c Dendritic crystal with plates at ends
	N1c Elementary sheath		C1h Thick plate of skeleton form		P2d Dendritic crystal with sectorlike ends
	N1d Bundle of elementary sheaths		C1i Scroll		P2e Plate with simple extensions
	N1e Long solid column		C2a Combination of bullets		P2f Plate with sectorlike extensions
	N2a Combination of needles		C2b Combination of columns		P2g Two-branched crystal
	N2b Combination of sheaths		P1a Hexagonal plate		P2h Three-branched crystal
	N2c Combination of long solid columns		P1b Crystal with sectorlike branches		P2i Four-branched crystal
	C1a Pyramid		P1c Crystal with broad branches		P4a Broad branch crystal with 12 branches
	C1b Cup		P1d Stellar crystal		P4b Dendritic crystal with 12 branches
	C1c Solid bullet		P1e Ordinary dendritic crystal		P5 Malformed crystal
	C1d Hollow bullet		P1f Fernlike crystal		P6a Plate with spatial plates
	C1e Solid column		P2a Stellar crystal with plates at ends		

The meteorological classification of snow crystals according to the scheme of Magono

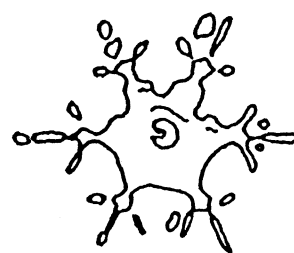
and Lee. This scheme permits much more detailed classification than the International one. It also applies to falling snow.



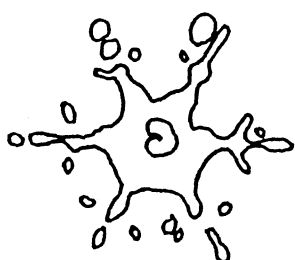
0



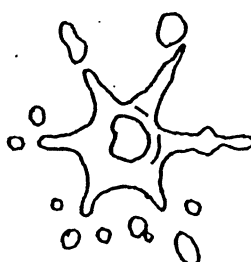
2



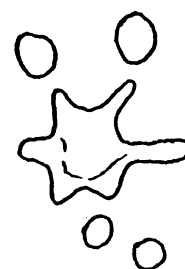
5



14



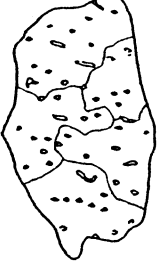


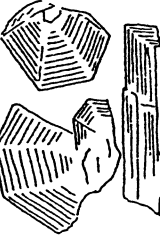


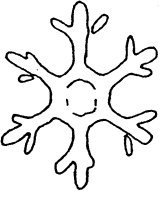
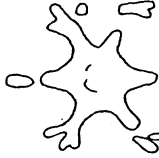


23



57

The destructive metamorphism of a stellar snow crystal. The numerals give the age of the snow crystal in days.

<p>IV. Firmification</p>	<p>IV-A. Melt-freeze metamorphism; grains bonded by freezing</p> 	<p>IV-B. Pressure metamorphism; grains bonded by compression and recrystallization (freezing also possible)</p> 	<p>(Glacier ice—noncommunicating pores)</p> 
<p>III. Temperature-Gradient (Constructive) Metamorphism</p>	<p>III-A-1. Angular crystals, none layered (begins in new snow)</p> 	<p>III-A-2. Small and poorly formed layered crystals</p> 	<p>III-A-3. Mature, fine- or medium-grained depth hoar, prominent layering</p> 
<p>III-B-1, III-B-2. Similar sequence to III-A, but begins in old snow and leads to coarse-grained depth hoar</p>			

<p>I. Unmetamorphosed (New) Snow</p>	<p>II. Equitemperature (Destructive) Metamorphism</p>	<p>grain size →</p>
<p>(See Magono-Lee Classification for details)</p>	<p>II-A-1. Original crystal forms easily distinguishable</p> 	<p>grain size →</p>
<p>I-A. Little or no wind, crystals largely intact</p>	<p>II-A-2. Original forms distinguishable with difficulty</p> 	<p>grain size →</p>
<p>I-B. Wind-drift, crystals fragmented</p>	<p>II-B-1. Original forms fragmented and no longer recognizable; fine-grained old snow</p> 	<p>grain size →</p>
		<p>II-B-2. Rounded ice grains</p> 

STED		ANSVARLIG						
TEST TYPE	SNØ	VÆR	VIND	DATO				
<input type="checkbox"/> Glider <input type="checkbox"/> Struktur <input type="checkbox"/> Løper <input type="checkbox"/> Etterrenn <input type="checkbox"/> Null-stilling <input type="checkbox"/> Hopp <input type="checkbox"/> Skøyte <input type="checkbox"/> Klassisk	<input type="checkbox"/> Fallende <input type="checkbox"/> Glassert <input type="checkbox"/> Ny, Pakket <input type="checkbox"/> Finkornet <input type="checkbox"/> Kornet, tørr <input type="checkbox"/> Grovk., våt <input type="checkbox"/> Grovk., tørr	<input type="checkbox"/> Sol <input type="checkbox"/> Lettskyet <input type="checkbox"/> Overskyet <input type="checkbox"/> Snø <input type="checkbox"/> Sludd <input type="checkbox"/> Regn	<input type="checkbox"/> Stille <input type="checkbox"/> Svak bris <input type="checkbox"/> Bris <input type="checkbox"/> "Kuling" <input type="checkbox"/> Ujevn vind	KL.				
				T °C (luft)				
				T °C (snø)				
				REL. FUKT. %				

LØPER / SKI / GLIDER / STRUKTUR	H1	H2	H3	H4	H5	H6	SNITT	FAKTOR	RESULT.
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									

KOMMENTAR/KONKLUSJON

TESTRESULTAT

- Bra
- Middels
- Dårlig