# SNØENS SPESIFIKKE VEKT

En undersøkelse basert på målinger fra vintrene 1965/66, 1966/67 og 1967/68, vesentlig i Sør-Norge.

Utvalget for snøforsking

Interne beretninger nr. 1

# Interne beretninger.

Under denne betegnelsen vil Snökontoret starte en rapportserie som er tenkt å skulle ha en begrenset utbredelse. Materialet beretningene bygger på hentes fra Snökontorets arkiv, og det er först og fremst meningen å samle og konsentrere dette. Videre gjöres de nödvendige sammenlikninger med andre relevante data, vesentlige meteorologiske. Imidlertid regner en ikke stoffet som ferdig analysert og modent for avgjörende konklusjoner. Derfor vil alt underlagsmaterialet bli arkivert inntil en slik nöyere analyse kan finne sted.

Ferdig behandlet vil da stoffet komme i en annen serie, Rapporter fra Snökontoret e.l., og skal da kunne presenteres også for en videre krets, f.eks. utenlandske snökollegaer. Disse rapportene vil enten bli skrevet på engelsk eller i det minste ha engelsk Summary. Nå er det ikke meningen at alle rapporter må innom begge disse to seriene. Noen vil nok kunne gjöres klar for siste nevnte serie med det samme. På den andre siden kan det tenkes at en etter å ha laget en intern beretning har kommet til at materialet ikke egner seg for videre utdypning. Dette avhenger helt av materialets art og kvalitet.

Under utarbeidelse foreligger en beretning om resultatene av prövene med samle-skjermer. Videre er det tenkt en beretning om ramsonderinger, opptegning og tolking av ramprofiler. En annen beretning vil omhandle snöens tekniske forhold.

Snökontoret, oktober 1968.

# SNÖENS SPESIFIKKE VEKT

En undersökelse basert på målinger fra vintrene 1965/66, 1966/67 og 1967/68, vesentlig i Sör-Norge.

Bearbeidet av Knut Wold

INNHOLD:


| | | |
|---|---|---|
| Innledning | side | 1 |
| 1. Tettheten i forskjellige snölag | " | 1 |
| 2. Tetthetens endring med tiden (aldring) | " | 4 |
| 3. Tetthetens variasjon med geografiske forhold | " | 5 |


UTVALGET FOR SNÖFORSKING

Interne beretninger nr. 1

Oslo, oktober 1968

Innledning

Undersökelsen bygger på observasjoner gjort av de lokale snöobservatörer i löpet av vintrene 1965-66, 1966-67 og 1967-68. I alt er det tatt med 1430 enkelte tetthetsmålinger, utfört i månedene desember-mai, de fleste i januar-april. Til stötte for vurderingene av observasjonsmaterialet foreligger også daglige værobservasjoner som lufttemperatur, vind og nedbörslag, samt snöobservasjoner som snöskiktenes-temperatur, fuktighet, fasthet, korn type og -störrelse.

## 1. Tettheten i forskjellige lag.

Slik målingene er foretatt har en funnet det mest formålstjenlig å dele dem opp i fire grupper, nemlig de foretatt i: 1) nyfallen snö, 2) eldre snö i topplaget, 3) Mellomliggende lag og 4) lag nær bakken.

Nyfallen snö skal være falt samme dag. I enkelte tilfeller, der en har hatt vedvarende kaldt vær, er det også tatt med snö som falt foregående dag. Med laget nær bakken menes det nederste laget en finner i skiktprofilet. Som regel er det bare 5-20 cm, men kan bli noe mer.

For alle tre vintrene er det beregnet karakteristiske data for disse fire forskjellige lagene, og resultatene gjengis i tabellen nedenfor.

| Vinter | Snölagets karakter | Spesifikk vekt i g/cm³ | | | | | Antall obs. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | min. | n.kvartil | median | ö.kvartil | maks. | |
| 1965/66 | 1. Nysnö overflatelag | .07 | .10 | .11 | .16 | .21 | 27 |
| | 2. Eldre overflatelag | .06 | .14 | .19 | .27 | .48 | 53 |
| | 3. Mellomliggende lag | .13 | .21 | .26 | .31 | .47 | 124 |
| | 4. Lag nær bakken | .14 | .23 | .26 | .32 | .57 | 57 |
| 1966/67 | 1. Nysnö overflatelag | .06 | .10 | .14 | .17 | .28 | 61 |
| | 2. Eldre overflatelag | .07 | .17 | .24 | .32 | .59 | 85 |
| | 3. Mellomliggende lag | .14 | .26 | .32 | .40 | .60 | 336 |
| | 4. Lag nær bakken | .08 | .28 | .34 | .39 | .51 | 84 |
| 1967/68 | 1. Nysnö overflatelag | .04 | .10 | .11 | .14 | .19 | 40 |
| | 2. Eldre overflatelag | .07 | .14 | .20 | .27 | .52 | 88 |
| | 3. Mellomliggende lag | .08 | .24 | .29 | .37 | .53 | 390 |
| | 4. Lag nær bakken | .09 | .28 | .33 | .38 | .53 | 85 |
| | | | | | | | 1430 |

Fig. 1. Karakteristiske data for tettheten i forskjellige snölag.

Som en ser av tabellen kan eldre snö i overflaten også være svært lett. Imidlertid ligger jo gjennomsnittsverdien betydelig höyere, likeledes ö.kv. og max. De höyeste verdiene for eldre overflatelag skyldes enten regn eller mildvær (eller begge deler), eller at laget er forholdsvis gammelt og derfor en del sammensunket. For eksempel er 0.48 for vinteren 1965/66 målt den 2.5.1966 (Vågslid), etter en del mildvær. Videre ble 0.59 for 1966/67 målt 18.5. og 1.6.1967 (Upsete) og 0.52 for 1967/68 målt 16.4.1968 (Bråtå), begge ganger etter flere dagers mildvær.

For de to nederste snölagene (3 og 4) i denne sammenstillingen vil ikke middelverdier ha den samme relevans, da snöen der stadig vil være utsatt for en viss aldringsprosess. Et forsök på å analysere denne prosessen nærmere er vist i kapitel 2.

Et spesielt fenomen som ble iakttatt alle tre vintrene er at ved i alt vel 70 tilfeller ble det målt mindre tetthet i laget nær bakken enn i lagene ovenfor. Differensen i tettheten mellom lag nær bakken og lag mer midt i snödekket var opptil 0.2 g/cm$^3$. Det viste seg at en alltid kunne konstatere et ganske avansert utviklingstrinn for snökrystallene i laget nær bakken. For det meste besto dette av begerkrystaller. At derfor tettheten er noe mindre i slike snölag, med sin grovkornethet og löse sammensetning, er ingen overraskelse. Resultatet av denne sammenlikningen er vist i tabellen nedenfor. Det er beregnet middelverdier for hver vinter, og for å være sikker på overenstemmelse mellom midlene for de to lagene og differensen mellom dem, er det brukt aritmetisk middel (og ikke median som i de övrige tabeller).

| Vinter | Tetthet i g/cm$^3$ i underste lag | Tetthet i g/cm$^3$ i overliggende lag | Differens | Største diff. | Antall obs. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1965/66 | .25 | .33 | .08 | .20 | 15 |
| 1966/67 | .29 | .36 | .07 | .20 | 28 |
| 1967/68 | .28 | .34 | .06 | .15 | 28 |

Fig. 2. Aritmetiske midler av tettheten i lag nær bakken og lag höyere opp i snödekket, i de tilfeller sistnevnte måling viste höyere verdi enn förstnevnte.

Hvis en betrakter de målte verdier av tettheten der snötemperaturen = 0 °C, finner en at disse verdier stort sett ligger omkring 0.4, med en spredning fra 0.3 til 0.6 g/cm$^3$. For de to vintrene 1966/67 og 1967/68 har en funnet i alt ca. 230 slike tilfeller, og de karakteristiske data for disse er vist i tabell fig. 3.

| Vinter | Tettheten (i g/cm³) i snölag der temperaturen = 0 °C | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | minimum | n.kvartil | median | ö.kvartil | maksimum |
| 1966/67 | .30 | .39 | .43 | .46 | .60 |
| 1967/68 | .29 | .36 | .40 | .45 | .53 |

Fig. 3. Karakteristiske data av tettheten i snölag med temperatur = 0 °C for vintrene 1966/67 og 1967/68.

Hvis disse verdiene (i fig. 3) tas ut av materialet som er vist i fig. 1, fåes et uttrykk for tettheten i törr snö. For törr snö i mellomliggende lag får en da de karakteristiske data som er vist i tabellen fig. 4.

| Vinter | Tetthet av törr snö i mellomliggende lag | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | minimum | n.kvartil | median | ö.kvartil | maksimum |
| 1966/67 | .14 | .24 | .27 | .31 | .41 |
| 1967/68 | .08 | .23 | .26 | .32 | .49 |

Fig. 4. Karakteristiske data for tettheten av törr snö i mellomliggende lag.

Ifig. 5 er (til slutt) vist en sammenfatning av resultatene som er omtalt foran. Det er her forsökt med en inndeling av snötypen etter mer konvensjonell gruppering av snökorntyper.

| | Snötype | Korn type | Tetthet i g/cm³ Middel | Rimelig spredning | Ifölge utenlandsk litteratur |
|---|---|---|---|---|---|
| Törr snö | Lett nysnö | 1 | 0.12 | 0.05-0.2 | 0.01-0.06 |
| | | 2 | 0.20 | 0.15-0.3 | 0.06-0.3 |
| | | 3 | 0.26 | 0.15-0.4 | 0.2 -0.4 |
| | Begerkrystaller | 5 | 0.27 | 0.2 -0.4 | 0.2 -0.3 |
| Våt snö | Smelteformer | 6 | 0.4 | 0.3 -0.6 | 0.4 -0.8 |

Fig. 5. En sammenfatning av tetthetsmålingene, ordnet etter snötype og sammenliknet med data fra utenlandsk litteratur.

## 2. Tetthetens endring med tiden (aldring).

I lagene mellom topplag og lag nær bakken ble det konstatert en tydelig ökning i tetthet med tiden ved omkring halvparten av målingene. Selv om lagenes alder ikke alltid kan fastslås helt eksakt, viser undersökelsen en klar tendens til aldring. Da målingene av spesifikk vekt stort sett blir gjort med ca. 14 dagers mellomrom, er de enkelte målingene samlet i aldersgrupper med halvmåneds intervaller, og for hver gruppe er medianverdien tatt ut. Dette er gjort for de tre vintrene uavhengig av hver andre, og resultatet er samlet i tabellen i fig. 6.

| Vinter | Alder i måneder | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 2.5 | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 | 5 | 5.5 |
| 1965/66 | .20 | .23 | .23 | .22 | .25 | .27 | .30 | .32 | .32 | .40 | |
| 1966/67 | .20 | .24 | .27 | .29 | .28 | .32 | .36 | .36 | .38 | .43 | .43 |
| 1967/68 | .18 | .25 | .27 | .27 | .27 | .30 | .40 | | | | |

Fig. 6. Tettheten (i g/cm$^3$) som funksjon av snölagets alder.

På fig. 7 er verdiene i tabell 6 framstilt grafisk, og for alle tre vintrene ses den samme tendens til ujevn vekst i tettheten.

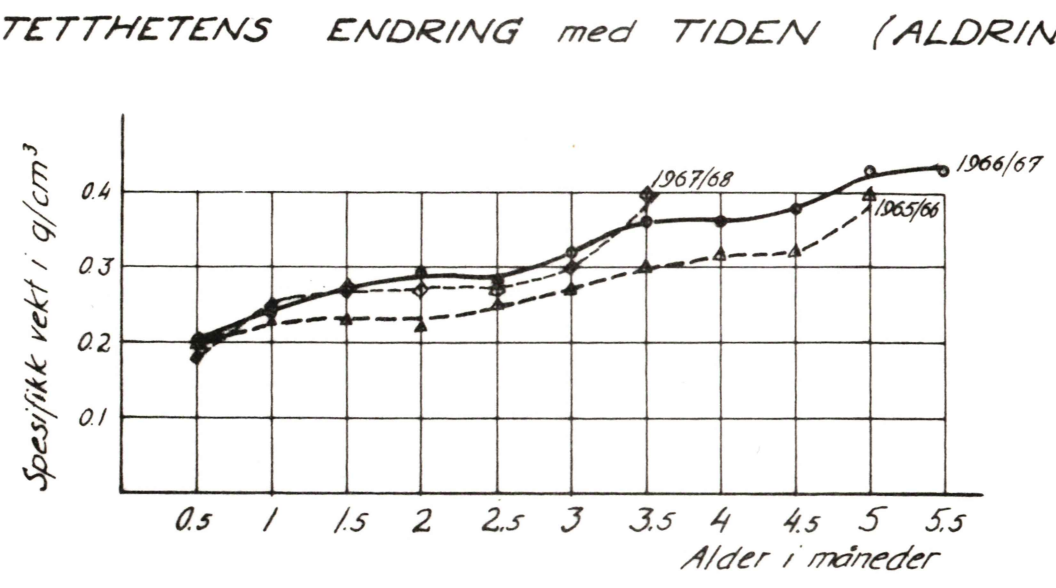


Fig. 7. Sammenheng mellom snoens spesifikke vekt i g/cm$^3$ og snolagenes alder i måneder for 3 vintre.

Kurvene viser to flatere partier, etter henholdsvis 1-2 og ca. 4 måneders aldring. Denne "buktningen" kan en finne en rimelig forklaring på ved å referere til utviklingen av snödekket gjennom vinteren. Siden vektprövene foretas med 14 dagers mellomrom, vil förste alderstrinn bli ca. 0.5 mnd. Snö i overflaten har en tetthet på 0.05-0.2, så i denne betraktningen av mellomliggende snölag er det å vente at aldringen starter med verdier rundt 0.2. Da har altså den förste setningen alt startet, og fortsetter enda en måneds tid, noe avtagende. Etter å ha nådd tetthetsverdier på ca. 0.25 er snöen så pass stabil, at den under fortsatt kaldt vær kan holde seg en stund uten ytterligere sammenpressing. Imidlertid vil mektigheten av snödekket og etter hvert mer skiftende temperaturforhold igjen före til en tetthetsökning når alderen er nådd omkring 3 mnd. Med en tetthet på rundt 0.35 har så snödekket igjen stabilisert seg for en stund, inntil mildvær og fuktighet i snöen får tettheten til å öke mot slutten av akkumuleringsperioden.

Ved slike betraktninger av snölagene aldring som er omtalt ovenfor må en regne med flere usikkerhetsfaktorer. En av de viktigste er at en slik "aldring" ikke bare er en funksjon av tiden, men av andre forhold også. Særlig vil nok mektigheten av ovenforliggende snölag spille en ganske viktig rolle. Videre vil innvirkningen av forbigående mildvær rimeligvis ha en viss betydning.

## 3. Tetthetens variasjon med geografiske forhold.

Observasjonsfeltets beliggenhet kan gi et markert utslag på tettheten. (Dette er selvsagt en indirekte forklaring på innvirkningen fra de meteorologiske faktorene).

I tört og kaldt höyfjellsströk blir ikke den aldringsprosessen som ble omtalt i kap. 2 så utpreget. Det meste av vinteren viser tetthetsmålingene forholdsvis lave verdier. På Haukelifjell (Vågslid), i Rondane (Haugseter) og i Skjåk (Bråtå) er det i dypereliggende snölag så sent som i april målt omkring 0.25 g/cm$^3$ på Dovrefjell (Vålåsjö) helt ned i 0.2 g/cm$^3$. Gjennomsnittsverdier for Sör-Norge i april er 0.3 (1966) - 0.4 (1967 og -68) og på Möre (Öksendal og Strandadal) og på Voss 0.5 g/cm$^3$ (1968). I april 1967 var tettheten på Upsete helt opp i 0.6 g/cm$^3$. I Finnmark er det for 1966/67 en markert forskjell i tettheten ved de to stasjonene Alta og Repparfjord. Målingene i Alta viste omtrent de samme verdier som for Östlandet, mens tettheten i Repparfjord viste betydelig höyere verdier. Alt i begynnelsen av februar ble det målt 0.35 (på Östlandet mest 0.25 - 0.30), i midten av måneden 0.44 g/cm$^3$ (på Östlandet omtrent uforandret). Imidlertid ble det målt litt lavere verdier senere på vinteren (0.32), og alt i alt ikke höyere verdier enn dem fra midt i februar.

## Karakteristiske data.

Denne form for statistik er basert på i tillegg til middelverdien for en observasjonsrekke også å angi et uttrykk for materialets spredning om dette midlet. Som middel brukes median, som er definert som det midterste av tallene i en rekke når disse er ordnet etter störrelse. Til et mål for spredningen har en övre og nedre kvartil, som er verdien henholdsvis midt mellom median og maksimum og median og minimum. Hvis en f.eks. har en observasjonsrekke på 15, finner en de karakteristiske data som vist i eksemplet nedenfor

| uordnet: | ordnet: | |
|---|---|---|
| 7 | 27 | -----maksimum |
| 9 | 20 | |
| 0 | 15 | |
| 0 | 15 | 14,5 övre kvartil |
| 15 | 14 | |
| 1 | 11 | |
| 11 | 10 | |
| 10 | 9 | -----median |
| 14 | 8 | |
| 15 | 7 | |
| 8 | 3 | 2,5 nedre kvartil |
| 2 | 2 | |
| 3 | 1 | |
| 20 | 0 | |
| 27 | 0 | -----minimum |

En av hovedfordelene ved å bruke median som middelverdi er at denne ikke influeres av ekstra höye eller lave verdier i en observasjonsrekke.
Når disse fem karakteristiske data (maksimum, övre kvartil, median, nedre kvartil og minimum) for snödybden gjennom vintersesongen framstilles grafisk, får en et bilde av fordelingen av de observerte data i forhold til midlet. I denne framstillingen på fem kurver kan en så plotte inn de observerte data fra en spesiell vinter, og se disse i relasjon til de karakteristiske data.