

## Snøfonnene på Tronfjell – hva kan de fortelle oss?

Av Arve M. Tvede

Arve M. Tvede er cand.real og har arbeidet som hydrolog/miljørådgiver i NVE, Statkraft og HydraTeam. Er nå pensjonist med eget firma Tvede Consult AS. [arve.tvede@gmail.com](mailto:arve.tvede@gmail.com)

### Sammendrag

Forfatteren har rundt den 10. august tatt fotografier av Tronfjells nordøstside i 22 somre mellom 1983 og 2016. Fra bildene er det registrert hvor mange snøfonner som var synlige og hvor snøfonnene lå. Antallet varierte mellom 1 (i 2002) og 30 (i 2012 og 2015), medianverdien er 16. Snøfleckene synes å ligge i samme posisjon hver sommer. Det er funnet en bra korrelasjon mellom antall snøfonner, foregående vinters snødyp og lufttemperaturen i tre måneder forut for fotografering. Sommersnøfonnregistreringer anbefales som en enkel metode for å kunne følge effektene av klimaendringer i høyfjellet.

### Innledning

I Norges høyfjell, fra Ryfylke til Troms, er snøfonner et vanlig element i landskapsbildet, ofte til langt utover sommeren. Noen år smelter alle snøfonner bort tidlig på sommeren – i andre somrer kan noen fonner på det samme fjellet klare seg gjennom hele sommeren. I tillegg til å være et viktig og iøynefallende landskapselement, er snøfonner i høyfjellet viktige for å opprettholde tilsgitt til nedstrøms bekker og elver i tørre sommerperioder. Villreinen i høyfjellet søker opp på snøfonner på varme dager for å kjøle seg ned og for å komme bort fra plagsomme insekter. Skulle klimaendringene føre til at fjellet blir snøfritt mye tidligere enn det "normale", vil konsekvensene kunne bli merkbare både for hydrologien og for biologien. I tillegg vil

landskapsbildet, slik lokalbefolkningen er vant til å se det, bli endret.

I Norge er det lagt ned mye forskning og undersøkelser på isbreer og deres reaksjoner på klimaendringer. Fastlands-Norges isbreer dekker bare 0,7 % av landets areal og breene er hovedsakelig konsentrert i fylkene Oppland, Hordaland, Sogn og Fjordane, Nordland og Troms. Det er, så vidt vites, gjort så godt som ingen undersøkelser og systematisk kartlegging av sommersnøfonner utenom breområdene. Det er vel bare i Østfold og i Vestfold at fjellområder med sommersnøfonner ikke finnes.

Fra andre land med høyfjell, men uten breer, ss. Skottland og Japan, er det funnet flere publikasjoner med dokumentasjon av snøfonnens forekomst og utvikling gjennom flere år. I Skottland er det sågar et systematisk registreringsprogram av navnsatte snøfonner med fotografering og arealmålinger gjennom sommersesongen og årlig rapportering fra de siste 50 år, (Wikipedia - Snow patches in Scotland).

I denne artikkelen vil det bli presentert data fra en privat kartlegging av sommersnøfonner på nordøstsiden av Tronfjell i Tynset kommune i Hedmark fylke, (navnformen på Norgeskart. no er Tron). Tronfjell er ellers rikt på både naturattraksjoner og lokalhistorie, se Rønningen og Østigård. Hensikten med studien er å dokumentere variasjoner og fordelingsmønster av antall snøfonner i 22 ulike somre og diskutere

noen sammenhenger mellom snøfonnene og værparametre. Studiet er ikke ment å være en dyptgående vitenskapelig analyse med avansert statistisk behandling av datagrunnlaget.

## Datainnsamlingen

*Tronfjell* er et frittliggende fjellmassiv med høyeste punkt 1665 moh, ca 12 km i sørlig retning fra tettstedet Tynset. Fjellet er et markant landskapselement som kan sees fra store områder i Nord-Østerdalen. Tronfjell har forholdsvis jevnt skrånende sider nedover fra topplatået både mot øst, vest og nord og er uten typiske brebotner som f.eks i Rondane. På nordsiden av fjellet er det dannet noen bekkeløfter fra omtrent kote 1300 og ned til fjellfoten som ligger i 800-900 meters høyde. Ellers er terrenget preget av skrånende blokkmark i de høyeste områdene og mange mindre oppstikkende fjellknauser.

Ett eller flere fotografier er tatt av Tronfjells nordøstside fra samme fotoposisjon i 22 somre mellom 1983 og 2015. Fototidspunktet har variert noe mellom somrene, men de aller fleste bildene er tatt mellom 5. og 15. august. Ut fra bilder fra somrene med flest snøfonner (1995, 2012 og 2014) er det laget et "kart" over fjellområdet hvor 30 snøfonnlokaliteter er ble tegnet inn for hånd. Deretter er de 22 bildene fra august sammenliknet visuelt med "kartet" og antall lokaliteter hvor det sees en snøfonn ble talt opp. Størrelsen på snøfonnene gis ingen vekt, det noteres kun om det kan, eller ikke kan, sees en snøfonn. I tabell 1 presenteres resultatene.

Sommeren 2014 ble det tatt bilder både i juli, i august og i september. Bildene er vist i figur 1. På bildet tatt 11. juli er det snøfonner i alle de 30 lokalitetene, 9. august var det snøfonner i 10 lokaliteter mens det 7. september bare var igjen 3 snøfonner. Det er også tatt bilder sent i september/tidlig oktober i 1999, i 2001, 2009, 2012 og i 2016, før nysnøen hadde lagt seg på toppen av Tronfjell. Med unntak for i 2012, var alle snøfonner borte i løpet av september måned i de nevnte årene. I 2012 oversomret 5-8 snøfonner. Det er også observert at de mest seiglivet snøfonnene alltid ligger i de samme tre lokaliteter; enten under en fjellskrent helt opp ved topplatået, 1600 moh, eller øverst i to bekkeløfter på 1300 moh. Disse tre lokalitetene er vist på bildet fra 9. august 2014 i figur 1.

## Analyser og resultater

De store variasjonene fra sommer til sommer er tydelige, fra et maksimum på 30 snøfonner i 2012 og i 2014 til kun en fonn i 2002. Dataserien er vel ennå for kort til at det kan trekkes noen statistisk signifikante konklusjoner om trenden. Det må også gjentas at fotodatoene varierer med +/- en uke fra mediandatoen 9. august.

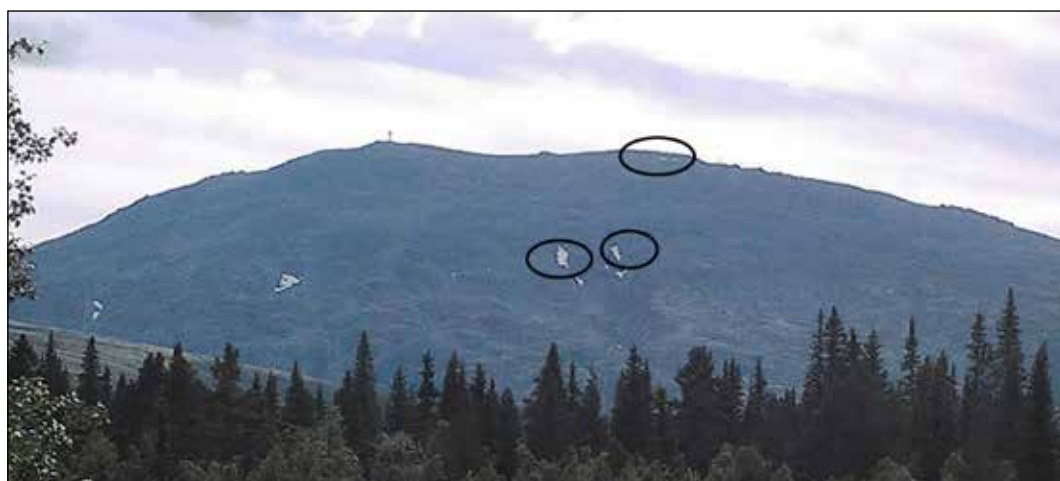
Hva styrer variasjonene fra sommer til sommer? I utgangspunktet er vel svaret enkelt; hvor mye snø kommer det i løpet av vinteren og hvor raskt smelter denne snøen utover sommeren.

Så vidt vites er det ikke utført målinger av snødyp på Tronfjell. Glommens og Lågens Brukseierforening (GLB) utfører snømålinger i

| Dato       | Antall snøfonner | Dato         | Antall snøfonner | Dato       | Antall snøfonner |
|------------|------------------|--------------|------------------|------------|------------------|
| 20.08.1983 | 14               | 07.08.1997   | 10               | 05.08.2006 | 12               |
| 10.08.1984 | 18               | 29.07.1998   | 30               | 02.08.2007 | 23               |
| 08.08.1988 | 15               | 10.08.1999 * | 20               | 10.08.2010 | 21               |
| 10.08.1991 | 16               | 10.08.2000   | 16               | 05.08.2012 | 30               |
| 10.08.1992 | 8                | 08.08.2001   | 23               | 15.08.2013 | 2                |
| 09.08.1995 | 25               | 10.08.2002   | 1                | 09.08.2014 | 10               |
| 05.08.1996 | 5                | 03.08.2004   | 18               | 06.08.2015 | 30               |
|            |                  |              |                  | 09.08.2016 | 13               |

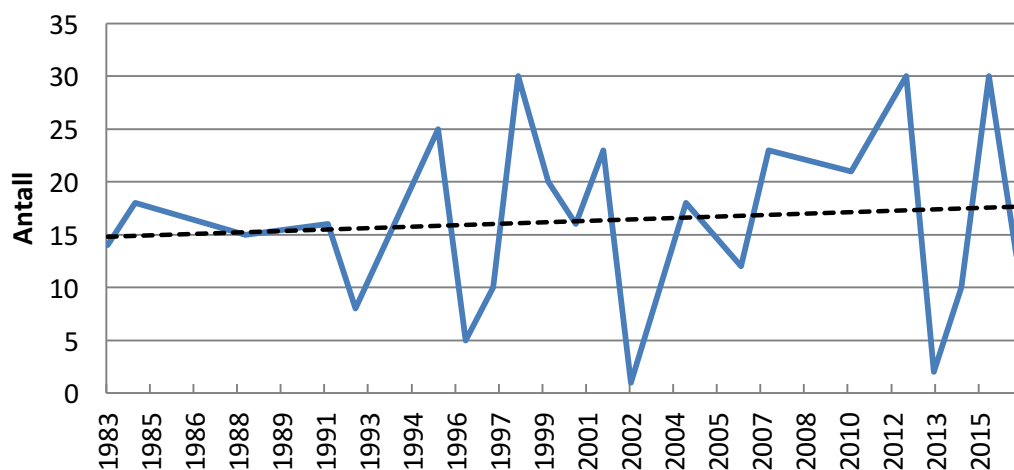
\*Estimert verdi fra bilder tatt 26.7 og 4.09.1999. Medianverdiene i dataserien er 9. august og 16 snøfonner.

Tabell 1. Fotodato og antall snøfonner.



Figur 1. Nordøstsiden av Tronfjell 11. juli (øverst), 9. august og 7. september 2014 (nederst). På bildet i midten er ringet inn de tre lokalitetene hvor snøfonnene erfaringsmessig holder seg lengst.

## Antall snøfonner 1983 - 2016



Figur 2. Antall snøfonner i serien. Trendlinjen er stiplet. Medianverdien i serien er 16.

fjellområdene vest for Savalen, ca 24 km nord-vest for Tronfjell. Det mangler imidlertid målinger for flere av de aktuelle årene. Hvor mye snø som kommer hver vinter kan beregnes ut fra målt nedbør på nærliggende værstasjoner. Nærmeste nedbørstasjon som har vært i drift i hele perioden 1983-2015, ligger på Blanktjønnmoen, omtrent 31 km nordvest for Tronfjell, 700 moh. Data fra denne stasjonen er hentet fra Meteorologisk Instituttets datatjeneste eKlima. Vinternedbør som snø på Tronfjell er satt til å være nedbørsummen i perioden 1. november – 30. april, dvs i 6 måneder.

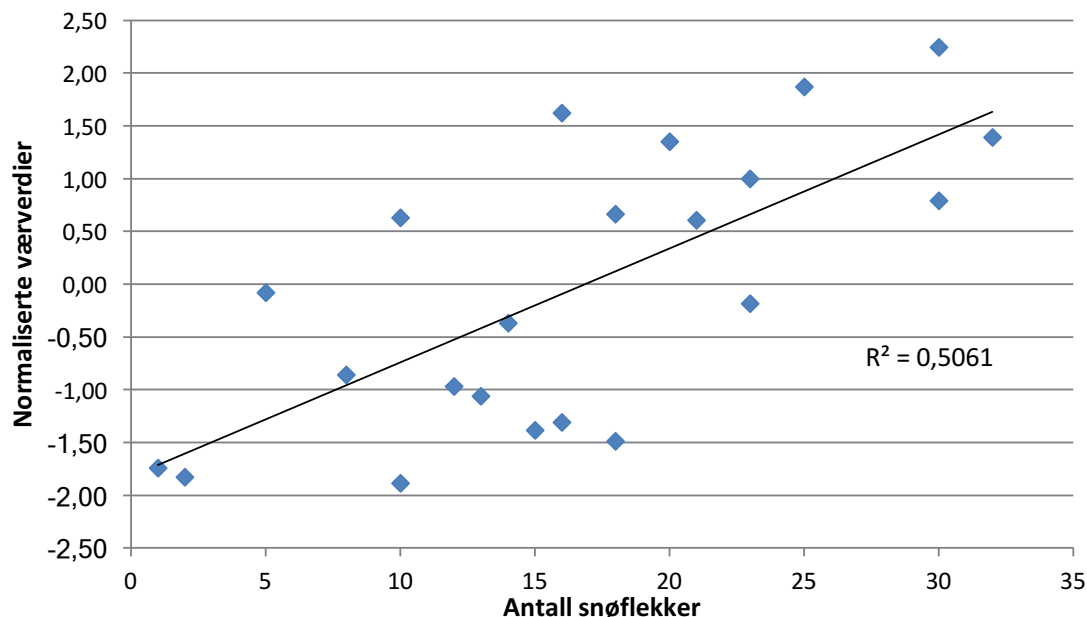
En annen datakilde til å kvantifisere snømengder på Tronfjell er nettstedet seNorge. For hver km<sup>2</sup> rute kan brukeren her klikke seg inn på kart og lese av *beregnet* snødyp for hvert døgn. Snødyp (og mange andre snøparametre) i seNorge blir beregnet i underliggende modeller, hvor inputdata er målt nedbør og lufttemperatur. Metodikken er beskrevet i seNorge.no. Til foreliggende arbeid er det hentet ut snødyp den 30. april for de aktuelle årene fra en rute på Tronfjell i 1540 meters høyde. Det kan nevnes at GLB benytter en liknende metodikk for å beregne snømagasinet i sine delfelter.

Lufttemperaturdata er også hentet ut med eKlima for værstasjonene Tynset og Røros. Bare

stasjonen på Røros (670 moh) har vært i drift i hele undersøkelsesperioden. Smeltesesongen på Tronfjell er regnet som å starte 1.mai. Middelttemperaturen for perioden 1. mai til 31. juli er beregnet og benevnes her som "sommertemperaturen".

En viktig værfaktor er også vindstyrke og retning. Sterk vind vil gjennom hele vinteren gi snødrift på Tronfjell slik at snø som treffer terrenget andre steder på fjellmassivet, kan fraktes med vind til de lokalitetene hvor sommersnøfonnene finnes. Visuelle inntrykk indikerer at vinden må være sterk på Tronfjell. Store områder er ofte barblåst, også på ettervinteren. Det er sannsynlig at snødriften vil være størst med vindretning fra vestlig sektor i vintre med stor lavtrykkaktivitet, men mindre vinddrift i vintre hvor høytrykk er dominerende. Det er lite sannsynlig at vindobservasjoner fra værstasjoner i dalbunnen vil være representativ for vindforholdene på Tronfjell. Nærmeste værstasjon med vindmålinger i høyfjellet antas å ligge på Dovrefjell, men er ikke vurdert nærmere i denne studien.

Enkel korrelasjonsberegning ble først utført på regneark mellom antall snøfonner i august og værparametrene, hhv. snødyp og sommertemperatur. Resultatene for hver parameter alene



Figur 3. Antall snøflekker plottet mot normaliserte værdier. Snødypene er tatt ut fra kart i SeNorge og sommertemperatur er fra Røros (eKlima). Se teksten for mer forklaring. Verdiene representerer 22 år mellom 1983 og 2016.

viser bare svake korrelasjoner. Neste steg var å normalisere værparametrene. Normalisering er en vanlig statistisk metode hvor ulike datatyper kan omformes på en enhetlig form. Normaliserte verdier for snødyp (fra seNorge) minus sommertemperatur (fra Røros) ble så testet. Korrelasjonen ble da vesentlig forbedret med en  $R^2$  verdi på 0,51, se figur 3.

Dersom også normaliserte data for vindstyrke blir tilgjengelig, kan kanskje korrelasjonen forbedres ytterligere. Det kan ellers bemerkes at fordi snøflekkmønsteret synes å være det samme hvert år, så er kanskje vindforholdene i sum for hele vinteren (styrke og retning) også relativt stabile?

Det er også foretatt en *multippel korrelasjonsanalyse* på de originale datasettene. Resultatene blir omtrent de samme som presentert ovenfor.

Et annet forhold som kan trekkes inn i dette studiet, er fraværet av spor etter småbreer på Tronfjell. I 2015 oversomret flere snøfonner etter et år med omtrent normal vinternedbør etterfulgt av en kjølig sommer. Dersom denne vær-situasjonen skulle gjenta seg, f. eks fem år på rad,

så er det ikke usannsynlig at 5-10 snøfonner kan vokser seg tykke nok til at det dannes breis i bunn, slik at is- og snømassene kan komme i bevegelse. Med de ugunstige klimaforhold som rådde under "den lille istid", skulle en kanskje forvente at forholdene på nordflanken av Tronfjell var slik at småbreer kunne dannes. Det er imidlertid ikke sett noen geomorfologiske spor etter breer fra den lille istid.

## Konklusjoner

Kan så snøfonnene på Tronfjell fortelle oss noe? Følgende punkter er funnet fra analysen:

- Endringer i antall snøfonner i august er et produkt *bare* av siste års værforhold i motsetning til endringer av isbreer som påvirkes av summer av flere års værforhold. Bruk av sommersnøfonner i klimastudier kan derfor brukes som et supplement til informasjon hentet fra isbrestudier.
- Det er ingen klar trend i antallet snøfonner i august gjennom de siste 30 år. Det kan *ikke* konkluderes med at eventuelle klimaendringer har ført til en reduksjon så langt.

- Både nedbørsmengder i vinterperioden og lufttemperaturen i perioden mai-juli, har viktige roller og synes å være av omtrent like stor betydning. Vindforholdenes betydning er ikke kvantifisert, men antas også å kunne bety en del.
- Snøflekkenes mønster på Tronfjell er (forbausende) likt fra sommer til sommer og indikerer at vindretningen i høyfjellet i stor grad repeterer seg

Forfatteren takker flere tidligere kollegaer for sin interesse og for nyttige innspill. Spesielt takkes Tron Laumann for god hjelp i analysearbeidet. Forfatteren ønsker å følge opp sitt

studium av snøfonnene på Tronfjell med nye observasjoner og er takknemlig over tips og forslag, spesielt om liknende observasjonsserier fra andre deler av Norge.

## Kilder

Rønningen O. og Østigaard A.O (ukjent utgivelsesår). Trondfjellet. Eget forlag

seNorge.no: Hvordan lages vær-og snødata for seNorge.  
[https://www.nve.no/Media/3206/2015-weatherandsnowdata\\_en.pdf](https://www.nve.no/Media/3206/2015-weatherandsnowdata_en.pdf)

Wikipedia: Snow patches in Scotland.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Snow\\_patches\\_in\\_Scotland](https://en.wikipedia.org/wiki/Snow_patches_in_Scotland)