

Skoggrænsens og sneliniens større høide

tidligere i det sydlige Norge.

Af

J. Rekstad.

(With a Summary in English).

Norges geologiske undersøgelses aarvog for 1908 No. 5.

Christiania.

I kommission hos H. Aschehoug & Co.

A. W. Brøgers bogtrykkeri.

1908.

Skoggrænsens og snelinens større høide tidligere i det sydlige Norge.

Af

J. Rekstad.

Furegrænsens større høide i ældre tid.

Det er ikke sjældent man støder paa furestammer og furerødder i fjeldmyrene høit over den nuværende furegrænse. Intet steds har dette forhold været mig saa paafaldende som paa Hardangerviddens, hvor jeg havde anledning til at se det sommeren 1902. Dette er grunden til, at jeg her vil omtale dette fænomen, uagtet jeg ikke har noget væsentlig nyt at bringe. Det har jo ogsaa været behandlet af en række forfattere tidligere.

*Schübeler*¹⁾ siger saaledes herom: „Fra landets sydspidse til omtrent 62° n. B. finder man paa flere steder i myrene temmelig store og godt vedligeholdte furestammer paa steder, der kan ligge flere hundrede fod over furens nuværende grænse. Her maa altsaa tidligere have været skog, der efterhaanden er bleven fuldkommen udhugget til ved, fornemmelig ved sætrene. Det er saaledes hævet over al tvivl, at furegrænsen længere tilbage i tiden i det hele taget har gaaet høiere end nu“.

¹⁾ Norges Væxtrige, I, pg. 376, (Kristiania 1885).

Angaaende Hardangervidden har Schübeler¹⁾ følgende notis:

„Ved udløbet af indsjøen Nordmandslaagen paa Hardangervidden fandt forstmester *Gløersen* sommeren 1881 en forkrøblet fure i en høide af 1255 m. o. h. og omtrent 16 m. høiere fandtes flere rødder af furetrær“.

*Wille*²⁾ siger om furegrænsen her: „Furen gaar nu i Sysendalen ikke høiere end til Garen, 2300' (722 m.) o. h.; imidlertid blev der af troværdige folk fortalt, at furestubber var fundne under 1—3' torv langt høiere, ved Tinhølen (1273 m.), ved Normandslaagen (1297 m.) og ved Hallaskarsætrene 3200' (1004 m.) o. h. Til de to første steder kom jeg ikke, men ved Hallaskarsætrene, henover mod Frisætsæter, netop hvor birkegrænsen er, fandt jeg paa 6 steder i myrene rester af træ, som ved mikroskopisk undersøgelse viste den for coniferernes træceller eiendommelige struktur, og da gran ikke vokser i Hardanger, maa stykkerne være af fure. Hr. stipendiat Brøgger har ogsaa tidligere fundet levninger af fure paa den anden side af elven ved Hallaskarsætrene“.

*A. Dal*³⁾, der undersøgte myrene paa Hardangervidden sommeren 1893, fandt i de grunde myre ved Nordmandslaagen op til en høide af 1350 m. o. h. furestubber af et ikke ubetydeligt omfang. Her maa altsaa engang have vokset fureskog i denne høide. Ved Fristæt sæter i dalen ved Veigaa fandt han i 1165 m. o. h. store furestammer.

Videre fandt han flere omvæltede furestammer ved Laageli-berget i 1160 m. og en stor og retvoksen furestamme ved Raggen sæter under Hallingskarvets sydside i 1260 m. o. h.

Sommeren 1902 fandt jeg i en myr i Lakedalen sydvest for Sandhaug ved Nordmandslaagen, omtrent $\frac{1}{3}$ m. nede i myren en furerod, som syntes at tilhøre et ikke stort træ. Stedet ligger 1340 m. o. h.

¹⁾ L. c.

²⁾ Wille, Botanisk reise paa Hardangervidden 1877, pg. 45. (Nyt Magaz. for Naturv., B. 25, 1880).

³⁾ Fra en reise paa Hardangervidden 1893 (Naturen 1894, pg. 53—64).

Ved Instesæter i Sysendalen saa jeg talrige godt vedligeholdte og store furetrær med rødder ligge omvæltede i myrene op til 1100 m. o. h. eller noget høiere end den nuværende birkegrænse. Her har altsaa engang været sammenhængende fureskog i denne høide.

Paa østsiden af Hardangervidden ligger furegrænsen ¹⁾ ved Ustevand nu henimod 1000 m. o. h., medens den paa vestsiden ved Garen ikke gaar høiere end til 720 m. Furegrænsen for strøget Nordmandslaagen kan følgelig i nutiden ingenlunde sættes høiere end til 900 m. Furerødder er her fundne op til 1350 m. o. h. efter Dal, altsaa maa furegrænsen paa dette sted være sunket 450 m.

A. Grisebach ²⁾, professor ved universitetet i Göttingen og berømt botaniker, foretog en reise til Norge sommeren 1842. Han beretter, at forholdet paa vestsiden af Sørfjorden ved Folgefonden er ganske ligt det paa Hardangervidden. Ogsaa her findes der furerødder og furestammer i myrene op til 4000' (1255 m.) o. h. Grisebach siger herom:

„Die Wurzeln und Stämme der Fichte (fure), die auf dem Folgefonden noch bei 4000', also nur 200' unter der Schneelinie gefunden werden, können unter den jetzigen climatischen Bedingungen dort nicht entstanden sein. Es ist eine nothwendige Folgerung aus dem allgemeinen Vorkommen dieser vegetabilischen unversteinerten Überreste der Vorzeit, dass die Temperatur auf dem Fjeldplateau einst viel höher gewesen sei“.

Grisebach ³⁾ angiver høiden af furegrænsen nu tildags paa østsiden af Folgefonn til 1900' (596m.). Smith ⁴⁾ har bestemt dens høide til 1995' (626 m.) op for Tokheim. Dette synes at være noget lavt, naar man hermed sammenholder

¹⁾ Dal, l. c.

²⁾ A. Grisebach, Über den Vegetationscharakter von Hardanger in Bergens stift, pg. 21 (Archiv für Naturgeschichte, Jahrg. X, Berlin 1844).

³⁾ L. c.

⁴⁾ Chr. Smith, Nogle Iagttagelser, især over Iisfjeldene paa en Fjeldreise i Norge 1812 (Topographisk-statistiske Samlinger, 2den del, B. 2, pg. 65, Kristiania 1813).

Willes ¹⁾ bestemmelse af furegrænsen paa østsiden af Oddadalen ved Seljestad til 2 380' (747 m.) og ved Tveitsnuten til 2 480' (778 m.). Man maa af disse observationer slutte, at skoggrænsen ved Folgefonna faar en lokal depression, idet den paavirkes af de nedover fjeldsiderne hængende isbræer. Under normale forhold vilde nu furegrænsen her antagelig ligge ca. 700 m. o. h. Efter Grisebachs iagttagelse af furerester i myrene op til 4 000' (1 255 m.) maa den da være sunket noget over 500 meter her.

Dals fund af en stor og retvoksen furestamme ved Raggen sæter i 1 260 m. o. h. tyder paa, at furegrænsen her engang maa have ligget noget høiere, thi i det allerøverste af skogbeltet finder man ikke rankvoksede træer. Den nuværende furegrænse ligger ved Ustevand ²⁾ omkring 1 000 m. o. h., altsaa er furegrænsen paa sydsiden af Hallingskarvet sunket mere end 260 m.

Dal ³⁾ har ogsaa undersøgt myrene paa Dovre. Det høieste findested, han her har af furerester, er ved store Saattelsjø, som ligger i nordøstlig retning fra Kongsvold lidt søndenfor Orkla. Her findes der furerødder og furestammer i stort antal i 3 750' (1 176 m.) o. h. Her maa altsaa engang have vokset sammenhængende fureskog. Nu findes der ikke engang bjerkeskog ved Saattelsjøen. Veden i furetræerne her er endnu saa frisk, at bønderne trækker dem op og benytter dem til brændsel. Furegrænsen nu ligger i Foldalen ved 869 m. ⁴⁾, ved Fokstuen ved 887 m. ⁴⁾ og i Drivdalen, efter Naumann ⁵⁾, ved 2 750' (863 m.). Ved Saattelsjøen kan den derfor ansættes til 860—870 m. Furegrænsens synken her bliver da lidt over 300 m.

Sænkningen af furegrænsen er paa Hardangervidden 450 m.

—	-	—	- ved Hallingskarvet over 260	-
—	-	—	- paa Dovre over	300 -

¹⁾ L. c., pg. 51.

²⁾ Dal, l. c.

³⁾ Naturen 1893, pg. 176—179.

⁴⁾ Helland, Hedemarkens amt, I, pg. 377 (Kristiania 1902).

⁵⁾ Naumann, Beyträge zur Kenntniss Norwegens, II, pg. 285 (Leipzig 1824).

Heraf følger at den gennemsnitlige sænkning af furegrænsen i de centrale dele af det sydlige Norge maa sættes til ca. 350—400 m.

Landets stigning i sidste afsnit af den postglaciale tid kan for disse egnes vedkommende i det høieste gaa op til 30—50 m., saa den bliver ganske utilstrækkelig til at forklare den betydelige sænkning som skoggrænsen her har været underkastet.

En anden faktor, som man ofte ser anført at skulde have bevirket skoggrænsens synken, er udhugsten og ødelæggelsen af skogen ved menneskehaand i det lange tidsrum, Norge har været bebygget. Det synes imidlertid mig uantageligt, at denne faktor kan have bevirket en saa stor forskyvning af skoggrænsen, som den, vi ovenfor har seet, virkelig har fundet sted.

Grisebach¹⁾ udtaler som sin mening, at furen, hvor den har sin høidegrænse hos os, stiger saa høit, som det paa nogen maade er muligt under de nuværende klimatiske forholde i vort land.

Naar man betragter skogbestanden ved furegrænsen i vore fjeldsider, synes det mig, man maa give ham medhold; thi man faar her et stærkt indtryk af, at skoggrænsen fremdeles er i synkende, dreven nedad ikke ved menneskets indgriben, men af et ugunstigt klima. I det øverste af furens omraade i vore fjeldtrakter finder man nemlig hovedsagelig kun gamle træer, som for en stor del er i begreb med at dø ud. Unge tilvoksende træer og spirer er temmelig sjeldne her. Den øverste brem af fureskogen bestaar ofte næsten bare af gamle uddøde eller uddøende træer, men ingen ungskog er at se, og dette er hyppig paa steder, hvor man ikke kan opdage spor af, at hugst nogensinde skulde have fundet sted.

Vi kommer saaledes til det resultat, at skoggrænsens nuværende beliggenhed i hovedsagen er betinget af de klimatiske forholde, og følgelig maa den sænkning, som den i det aller sidste afsnit af den postglaciale tid har undergaaet, skyldes en klimaforandring. For at faa tilnærmelsesvis et begreb om størrelsen af denne vil vi anstille følgende betragtning: Som

¹⁾ L. c., pg. 21.

bekjendt aftager temperaturen opad gennemsnitlig i aarets løb med omtrent $0,6^{\circ}$ C. for hver 100 m., man stiger. Under forøvrigt lige forholde svarer til furegrænsen paa et sted en vis aarlig middeltemperatur. Synker nu denne grænse i et vist tidsrum f. eks. 100 m., saa vil det *ceteris paribus* sige, at aarets middeltemperatur paa stedet er aftaget med $0,6^{\circ}$ C.

En sænkning paa 350—400 m. af furegrænsen, som ovenfor er paavist for de centrale dele af det sydlige Norge, vil altsaa under forøvrigt lige forholde svare til en aftagen af aarets middeltemperatur med $2,1^{\circ}$ — $2,4^{\circ}$ C.

Gunnar Andersson¹⁾ slutter af hasselens større udbredelse i Sverige i ældre tid (Littorinaperioden), at aarets middeltemperatur dengang var omtrent 2° høiere end i nutiden.

Ved studiet af faunaen i de postglaciale afleiringer i det sydlige af vort land har Brøgger²⁾ paavist, at et noget mildere klima end vort nuværende herskede, dengang tapesbankernes fauna levede ved vore kyster. Mildest var klimaet under sidste afsnit af det tidsrum, da de øvre tapesbanker afsattes. Dengang havde landet efter Brøgger udført omtrent $\frac{4}{5}$ af den stigning, som har fundet sted siden den største nedsænkning ved slutningen af istiden; omkring $\frac{1}{5}$ stod endnu tilbage. Brøgger anslaaer aarets middeltemperatur dengang for trakterne ved Kristianiafjorden omkring 2° høiere end den nuværende.

I den ovenfor af furegrænsens synken udledede værdi for temperaturens aftagen maa derfor indføres en korrektion, idet hensyn tages til landets stigning siden tapestiden. Vi maa nemlig antage, at tapes- og littorinatidens milde periode er samtidig med den høiere skoggrænse i vort land. Hævningen i denne del af landet gaar i nævnte tidsrum antagelig ikke op til mere end i det høieste ca. 40 m. Den fundne middeltemperatur bliver da af denne grund at reducere med ca. $0,2^{\circ}$ C., og vi faar som endeligt resultat for den aftagen i den aarlige middeltemperatur, som furegrænsen synken angiver,

$$1,9^{\circ} - 2,2^{\circ} \text{ C.}$$

¹⁾ Gunnar Andersson, Svenska Växtvärldens historia, pg. 78 og 79 (Stockholm 1896).

²⁾ Brøgger, Om de sen-glaciale og post-glaciale nivåforandringer i Kristianiafeltet (Kristiania 1901).

Denne værdi for middeltemperaturens aftagen stemmer fuldstændig med den af Gunnar Andersson og Brøgger paa ganske andre maader udledede.

Nils Ekholm¹⁾ har af ekliptikskraahedens forandring paa- vist, at en mild periode skal være indtruffen for omkring 9 000 aar siden. Dengang var ifølge hans beregninger middel-temperaturen ved 60° og 65° n. Br. i sommerhalvaaret 1,4° og 1,9° C. høiere end nutidens og i vinterhalvaaret 0,9° og 0,7° C. lavere.

Saavel trægrænsens som snelinien høide afhænger hoved- sagelig af sommerhalvaarets varme, der er derfor ikke nogen principiel uoverensstemmelse mellem Ekholms resultat og de ovenfor af vegetationsgrænserne udledede.

Sneliniens høide under den milde periode, som den høie furegrænse angiver.

At snelinien under den periode, da furen gik 350—400 m. høiere op, end den nu gjør, ogsaa maa have ligget høiere, synes indlysende. For at faa et begreb om, hvormeget høiere den da laa, vil vi begynde med at betragte den høideforskjel. der er mellem snelinien og furegrænsen under forskellige klimatiske forholde i nutiden.

Ved snelinien forstaaes her den undre grænse for det vedvarende snedække uafhængigt af de orografiske former eller den klimatiske snelinie.

	<i>Snelinie.</i>	<i>Furegrænse.</i>	<i>Høideforskjel.</i>
Paa det sydlige af Hardanger- vidden	1 550 m.	778 m. ²⁾	772 m.
Paa Filefjeld	ca. 1 700	- ³⁾ 940 - ⁴⁾ 4)	760 -

¹⁾ Nils Ekholm, Om klimatets ændringer i geologisk og historisk tid samt deras orsaker, *Ymer* 1899, pg. 385.

²⁾ Wille, l. c., pg. 51.

³⁾ Leopold v. Buch, Über die Gränzen des ewigen Schnees im Norden, pg. 11 (*Annalen der Physik*, B. 41, Leipzig 1812), angiver snelinien høide paa Filefjeld til 5 200—5 300 pariser fod (1 689—1 721 m.).

⁴⁾ Helland, Nordre Bergenshus amt, I, pg. 462.

	<i>Snelinie.</i>	<i>Furegrænse.</i>	<i>Høideforskjel.</i>
Snehætten paa Dovre	1 639	- ¹⁾ 878	- ²⁾ 761
Tjongsfjord i Rødø prestegjeld, Helgeland	1 000	- 237	- ³⁾ 763
Alten ⁴⁾ i Finmarken	1 072	- 237	- 835

Høideforskjellen mellem snelinien og furegrænsen i Schweizeralperne er ifølge Grisebach ⁵⁾ 2 600' (816 m.).

De ovenfor anførte observerede høider fordelte i vort land fra Alten i Finmarken til Hardangervidden giver i middeltal en høideforskjel mellem snelinie og furegrænse af 778 m., hvilket afviger 38 m. fra den i Schweizeralperne fundne værdi. Heraf sees, at høideforskjellen mellem den klimatiske snelinie og furegrænsen holder sig saagodtsom uforandret under meget forskellige klimatiske forholde. Vi maa derfor være berettiget til at antage, at der var omtrent den samme høideforskjel mellem dem under den milde periode, da furegrænsen i det sydlige Norge laa 350—400 m. høiere end i nutiden. Snelinien i vort land maa altsaa være sunket med samme høide som furegrænsen.

Lad os nu se paa, hvorledes det forholdt sig med vore bræer, dengang snelinien laa 350—400 m. høiere end den nu gjør. Vi vil begynde med *Folgefonnen*. Sneliniens nuværende høide her angives noget afvigende af de forskellige iagttagere. Naumann ⁶⁾ fandt snegrænsens høide paa østsiden af Folge-

¹⁾ Hisinger, Anteckningar i Physik og Geognosi under Resor uti Sverige og Norrige, III, pg. 53, har fundet snegrænsens høide ved Snehætten at være 5 046 pariser fod (1 639 m.).

²⁾ Hisinger, l. c., tab. II, har bestemt furegrænsens høide ved Vola-sjøen paa Dovre til 2 750 pariser fod (893 m.).

³⁾ Naumann, l. c., pg. 285, angiver furegrænsens høide i Aamotsdal, en sidedal fra vest til det øverste af Drivdalen til 2 750' (863 m.). Middel af disse to iagttagelser giver den sandsynlige høide af furegrænsen ved østsiden af Snehætten 878 m.

⁴⁾ Norman, Norges arktiske Flora, I, pg. 1 026.

⁵⁾ Leopold v. Buch, l. c., pg. 29, har bestemt snelinien's høide i Talvik i Alten til 3 300 pariser fod (1 072 m.) og furegrænsens høide samme-steds til 730 pariser fod (237 m.).

⁶⁾ Grisebach, l. c., pg. 21.

⁷⁾ Naumann, Beyträge zur Kenntniss Norwegens, I, pg. 109 (Leipzig 1824).

fonnen at være 4 100' (1 286 m.) og paa vestsiden 3 950' (1 239 m.), medens *Sexe*¹⁾ som middel af flere maalinge har bestemt dens høide til 3 217' (1 009 m.). Han fremhæver imidlertid, at den varierer betydeligt.

Den bekjendte østerrigske bræforsker professor *Richter*²⁾, som sommeren 1895 gjorde en reise i Norge og herunder ogsaa studerede forholdene ved Folgefonnen og Jostedalsbræen paaviser, at den høide, *Sexe* angiver for snelinien ved Folgefonnen, er for lav. Dette hidrører fra, at *Sexe* ved maaling af en række randpunkter af bræen har bestemt snegrænsens høide. Thi hvor en bræ dækker et hvælvet fjeldparti, som tilfældet er med Folgefonn, der vil isen bevæge sig noget nedover, saa dens rand kommer til at ligge lavere end den virkelige snegrænse.

*Richter*³⁾ slutter af sine iagttagelser ved Folgefonn, at den klimatiske snegrænse her ligger i 1 450—1 500 m. o. h. Ifølge amtskartet ligger det høieste af Folgefonn 5 270' (1 653 m.) o. h.; altsaa er der en høideforskjel mellem toppen af bræen og snelinien, efter *Richter*, af ikke fuldt 200 m. Lægges den af *Naumann* fundne værdi for snelinien høide til grund, bliver høideforskjellen lidt under 400 m.

Vi ser heraf, at en hævning af snelinien paa 350—400 m. vilde være fuldkommen tilstrækkelig til at bringe Folgefonnen ganske til at forsvinde.

Dernæst vil vi vende os til *Hardangerjøkelen*. Her ligger snegrænsen nu i 1 600—1 650 m. o. h., og Jøkelen top naar op til 1 923 m.; altsaa vilde en hævning af ca. 300 m. af snelinien være tilstrækkelig til at bringe al evig sne og is til at forsvinde fra dette fjeldparti.

Jostedalsbræen, vort lands største isbræ, naar efter amtskartet med sit høieste op til 6 495' (2 038 m.). Kun et fjeld her, *Lodalskaapa*, rager høiere op end bræen; den naar nemlig

¹⁾ *Sexe*, Om Snebræen Folgefon, pg. 5 (Universitets program 1864).

²⁾ *Richter*, Die Gletscher Norwegens (Geographische Zeitschrift, pg. 309, Leipzig 1896).

³⁾ L. c.

op til 6 600' (2 070 m.). Ved Lodalskaapa har Bohr¹⁾ bestemt snelinien høide til 5 260' (1 650 m.). Keilhau²⁾ har bestemt dens høide ved Storhaugen i Jostedalen til 5 200' (1 631 m.) og ved Kvandalseggen i Fjærland til 4 567' (1 433 m.). I Fjærland ligger snelinien, som vi ser, betydeligt lavere end i Jostedalen, fordi vi der er havet nærmere.

Middel af Bohrs observation ved Lodalskaapa og Keilhaus i Jostedalen giver 1 640 m. for snelinien høide ved den nordøstlige del af Jostedalsbræen, og det er i denne egn, bræen har sin største høide, 2 038 m.

Richter³⁾, som sommeren 1895 ogsaa studerede forholdene ved Jostedalsbræen, anslaaer snelinien høide ved denne til 1 600—1 650 m., altsaa i fuldstændig overensstemmelse med den af Bohr og Keilhau fundne høide.

Vi ser heraf, at en hævning af henimod 400 m. af snelinien ogsaa vilde bringe Jostedalsbræen til ganske at forsvinde.

Vore tre store bræer i den sydlige del af landet maatte være ganske borte under den milde [periode, som den høie furegrænse angiver. I det sydlige Norge naaede dengang kun snehætten paa Dovre, nogle af de høieste toppe blandt Jotunfjeldene og maaske ogsaa de høieste af Rondane op over Snegrænsen. I disse fjeldtrakter findes for tiden bare mindre bræer, og tænker vi os saa snelinien hævet 350—400 m. høiere op, saa*indser vi, at ogsaa her tapestidens og den høie furegrænses bræer maatte reduceres til en brøkdæl af de nuværende bræers størrelse, ja sandsynligvis endog kun til enkelte snefonner. I de høieste dele af det sydlige Norge laa snegrænsen da noget over 2 000 m. o. h. Kun de faa toppe som rager op over denne høide, kunde have sne- og isbræer.

Fra det nordlige Norge kjendes ingen iagttagelser, hvorefter man kan slutte, hvormeget høiere skoggrænsen der laa under den milde periode. Men en hævning af snelinien paa 400 m.

¹⁾ Bohr, Om Isbræerne i Jostedalen og om Lodalskaabe, pg. 19 (Kristiania 1819).

²⁾ Blytt, Botaniske observationer fra Sogn, Nyt Mag. for Naturv., B. 16, 1869, pg. 110.

³⁾ Richter, l. c., pg. 314.

f. eks. vilde ikke være tilstrækkelig til at bringe Svartisen til rent at forsvinde. Ved det vestlige af denne ligger sne-
linien nu i ca. 1 000 m.¹⁾, og dens høieste dele gaar op til
1 600 m. høide o. h. En hævning af snelinien paa 400 m.
vilde kun bringe den op til 1 400 m., saa her fremdeles bliver
fjelde ragende 200 m. op over den. Dog maatte ogsaa i det
nordlige Norge under den høie skoggrænses milde periode
bræerne have været meget indskrumpede, rene dverge sammen-
lignede med nutidens bræer her.

¹⁾ Rekstad, Om Svartisen og dens gletschere, pg. 72, Det norske geogra-
fiske Selskabs Aarvog 1891—1892.

A Summary in English.

On the greater Height formerly of the Forest Line and Snow Line in Norway.

In the mountainous regions of Southern Norway, logs and roots of the red fir (*Pinus sylvestris*) are found in the bogs much higher, than this tree grows here, at the present day. This is mentioned by many observers in the preceding century. On the *Hardangervidde*, a mountain plateau at 60° N. Lat., such subfossil wood is found in many places up to elevations of 1350 m. above the level of the sea, or about 450 m. above the present highest limit of the red fir here.

At the *Folgefonn* (60° N. Lat.) by the Hardangerfjord remnants of fir are found in the bogs up to 1250¹⁾ m. above the sea. Now the upper limit of the red fir here lies at about 700 m. above the sea level, so that the boundary line of the vegetation in this region has subsided more than 500 m.

At the Hallingskarv (60° 30' N. Lat. a large straight log of fir has been found in a bog, at a height of 1260 m. above the level of the sea.

As large, straight trees do not grow in the highest parts of the woods, the upper limit of the fir wood here, must have been situated higher than 1260 m. above the sea level. At

¹⁾ A. Grisebach, Über den Vegetationscharakter von Hardanger in Bergens Stift, Archiv für Naturgeschichte, Jahrg. X, Berlin 1844, p. 21.

the present day the fir line in this region lies at about 1000 m. above the sea level, consequently the upper limit of the fir wood here, has subsided more than 260 m.

On *Dovre*, a mountain district at 62° N. Lat., logs and roots of fir trees have been found in great numbers in the bogs, at a height of 1180 m. above the level of the sea, or somewhat higher than the present birch line. The upper limit now, of the fir tree here, is 860—870 m. above the sea level.

Since the time that the fir forest on *Dovre* was growing at a height of, at least 1180 m., this limit has subsided more than 300 m.

On the Hardangervidde the upper limit of the red fir is lowered 450 m., at the Hallingskarv more than 260 m. and on *Dovre* more than 300 m.

From this it may be seen that, during the latter part of the Post-Glacial period, the upper limit of fir in the mountainous regions of Southern Norway, has, on an average, subsided about 350—400 m.

Three causes have been mentioned as having chiefly effected this:

1. The rise of the land.
2. The destruction of the forest by man.
3. The deterioration of the climate.

During the latter part of the Post-Glacial period the rise of the land in these regions does not reach more than 30—50 m., consequently this cause is quite inadequate as having effected a fall in the forest line of 350—400 m. Next, the exhaustion of the forests in Norway are certainly considerable, but still not sufficient to explain the great fall of the upper limit of the fir. Besides this, at the present time, in Norway, the fir at its upper boundary line, is slowly dying out. From this we may conclude that the forest boundary line is still retreating, and that this is brought about by an unfavorable climate. The lowering of the fir limit here, in the Post-Glacial period is effected by a fall of the climate.

It is well known, that on ascending, the temperature decreases on an average, year by year, about $0^{\circ},6$ C. per 100 m. Under otherwise similar conditions at any place, a certain mean annual temperature corresponds to the upper limit of fir. Should this limit, during a certain period, subside, for instance 100 m. then it will *ceteris paribus* say that the mean annual temperature has decreased at that place $0^{\circ},6$ C. A retreat of the boundary line of fir of 350—400 m., as above shown, consequently corresponds, under otherwise similar conditions, to a decrease of the mean annual temperature of $2^{\circ},1$ — $2^{\circ},4$ C.

Brogger has pointed out that a milder climate than the present, prevailed in the Kristiania region, when the upper tapes-banks were deposited. At that time, the land had performed about four-fifths of the total rise, which has taken place since the close of the Glacial period, while one-fifth still remained.

The rise of the land, in these parts of Southern Norway, after the genial period, which is marked by the high limit of fir, cannot be more than about 40 m. From this, the above found higher temperature may be reduced by $0^{\circ},2$ C., the result being, that the mean annual temperature in the past mild period was $1^{\circ},9$ — $2^{\circ},2$ C. higher than the present.

From the earlier greater spread of the hazel (*Corylus avellana*) in Sweden, *Gunnar Andersson* has inferred that the mean annual temperature at that period was about 2° C. higher than the present, and *N. Ekholm*¹⁾ has by his studies of the climate found that a genial period took place—according to his calculations — about 9000 years ago. At that time the mean temperature of the summer half-year was between 60° and 65° N. Lat. $1^{\circ},4$ — $1^{\circ},9$ C. higher than that of the present time, and of the winter half-year $0^{\circ},9$ — $0^{\circ},7$ C. lower than now. The result

¹⁾ Nils Ekholm. On the Variations of the Climate of the Geological and Historical Past and their Causes (The Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, Vol. XXVII, No. 117, January 1901, p. 43).

gained by Ekholm is not necessarily at variance with the above found mean temperature, as the height of the forest line depends principally on the heat of summer.

During the genial period, when the red fir grew 350—400 higher than at present in Southern Norway, the snow line was also certainly higher than now. In order to form an idea of the site of the snow line at that time we will consider the difference of height between the snow-line and the upper limit of the fir at present under various climatic conditions.

**Places where the superior limit of the fir and the snow line
have been observed.**

	Snow line m.	Limit of fir m.	Dif- ference m.
On the southern part of the Hardanger- vidde (60° N. Lat.).	1 550	778	772
On Filefjeld (61° N. Lat.)	about 1 700	940	760
At Snehætten on Dovre (62° N. Lat.) . .	1 639	878	761
Tjongsfjord, Helgeland (66° 30' N. Lat.) .	1 000	237	763
Alten in Finmarken (70° N. Lat.).	1 072	237	835

From this it may be seen, that the difference of height between the snow line and the limit of fir in Norway but slightly varies. In the Swiss Alps this difference of height is, according to *Grisebach*,¹⁾ 2600' (816 m.). Consequently in Norway and on the Alps, it is of almost equal magnitude. On that account we may be entitled to suppose, that when the red fir

¹⁾ Grisebach. Ueber den Vegetationscharakter von Hardanger in Bergens Stift, p. 21 (Archiv für Naturgeschichte, Jahrg. X, Berlin 1844).

grew 350—400 m. higher in our mountains, the snow line also lay 350—400 m. higher than at present. But at that time the snow line in Southern Norway was above the summits of the three largest snow-fields here, the Jostedalbrae, the Folgefonn, and the Hardangerjökkel, and consequently these were all then melted away.

In the central, and loftiest regions of Southern Norway, the climatic snow line lies at present at about 1600—1800 m. In the genial period when the forest line lay 350—400 m. higher than now, the snow line here must have been elevated to about 2000—2200 m. above the sea. Then only a few of the loftiest peaks of the Jotunfjeld and Snehætten on Dovre rose above the snow line. At the present time there are but small glaciers in these mountains, but when the snow line lay 350—400 m. higher than now, the glaciers must have been even much more reduced than those of the present day. Probably, at that time, in summer there existed only insignificant snowfields here, and no glaciers at all.