Permafrost og fundamentering av kulturminner i Longyearbyen

I februar 2014 ble Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU), Mycoteam AS og Multiconsult ASA tildelt midler fra Svalbards miljøvernfond for å se nærmere på permafrost og fundamenterings-forhold for kulturminner i Longyearbyen på Svalbard. Sommeren 2014 foretok vi undersøkelser i Longyearbyen og på to andre kulturminnelokaliteter som også ligger ved Isfjorden i nærheten av Longyearbyen; Hiorthhamn tvers over Adventfjorden for Longyearbyen og på Svenskehuset som ligger i ved munningen av Billefjorden, en annen fjordarm av Isfjorden.

Dette notatet oppsummerer prosjektet.

Innledning

Der bakken holder en temperatur på mindre enn null grader Celsius (0 °C) gjennom hele året, i minst 2 år, det vil si der det er tele som ikke smelter to følgende somrer eller mer, er det permafrost. Dette er en ren temperatur-avhengig definisjon, og det kan være permafrost i fast fjell og løsmasser, med eller uten is Hvor det fins permafrost avhenger av lufttemperaturen på stedet. På grunn av sammenhengen mellom **høyde over havet og lufttemperatur** og **breddegrad og lufttemperatur**, er det økende sjanse for permafrost jo høyere i terrenget og jo lenger bort fra ekvator man kommer. I Sør-Norge ligger grensen for permafrost på ca. 1450 m.o.h. Temperaturmålinger i et borehull på Juvasshø (ca. 1700 m.o.h.) viser at permafrosten der er tykkere enn 100 meter. På Svalbard er permafrosten enda dypere, og vi finner den lavere ned i terrenget. Dette er fordi Svalbard ligger på høyere breddegrader, det vil si nærmere nordpolen, og temperaturene er dermed lavere hele året igjennom.

I løpet av sommerhalvåret tiner bare ca. den øverste meteren av bakken, men denne tykkelsen kan variere kraftig avhengig av hvordan det lokale klimaet er. Dette øverste laget, der både frysing og tining pågår, kalles **det aktive laget**. Under det aktive laget går grensen hvor jorden ikke påvirkes av overflatetemperaturen. Her vil bakken holde kuldegrader gjennom hele året.

Permafrost på Svalbard

En effekt av klimaendringene i Arktis er oppvarming og tining av permafrosten. Den viktigste klimakonsekvensen av permafrost som varmes opp og tiner er at store mengder klimagasser, som CO_2 (karbondioksid) og CH_4 (metan), kan frigis dersom stadig dypere lag av permafrosten tiner. Men også bygninger, infrastruktur og kulturminner berøres.

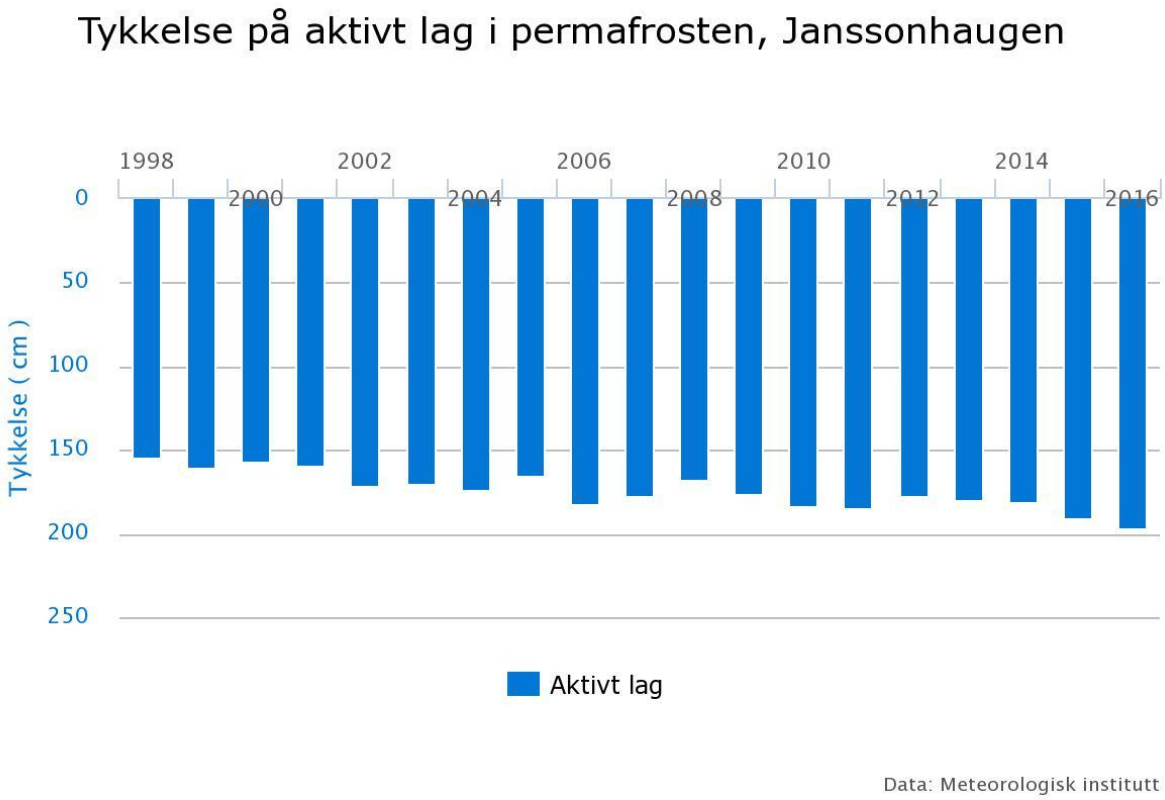
Foto 1: Taubanebukkene i Longyearbyen er fundamentert på pæler som er gravd ned i permafrosten. Dette er den taubanen som fraktet kull fra Gruve 5 og Gruve 6, og som gikk via fra vinkelstasjonen ute i Adventdalen og inn til Taubanesentralen i Longyearbyen. Til sammen står det ca 200 taubanebukker rundt og inne i Longyearbyen. Foto: NIKU/AC Flyen

Nesten alle bygninger i bosettingene på Svalbard er bygget på pæler som er slått ned i permafrosten, og veier, broer, flyplassen og annen infrastruktur er dessuten også bygget på permafrost. Et stort antall kulturminner er fundamentert på pæler som er gravd ned i bakken, dette gjelder for eksempel taubanebukkene i Longyearbyen. Ved oppvarming og tining av permafrosten kan infrastrukturen på sikt påvirkes. I tillegg er permafrosten avgjørende for å stabilisere bratte fjellsider, som ved en oppvarming kan bli mer ustabil.

I kald permafrost som på Svalbard er det som regel ubetydelig eller ingen sirkulasjon av grunnvann som forstyrrer temperaturgangen i bakken. Ved å observere endringer i temperaturen over noen år på 30–40 meters dybde, kan en beregne temperaturendringer som har pågått over 10–20 år nær bakkeoverflaten. Det aktive laget viser seg å bli tykkere over tid. Dette har direkte sammenheng med varmere somrer, og medfører utfordringer som økt skredfare, økt erosjon i kystområdene og landskapsendringer. Overvåking av permafrost har i de seinere år derfor fått økende interesse innenfor internasjonal klimaforskning. På Svalbard skjer dette i regi av Miljøovervåking for Svalbard og Jan Mayen (MOSJ). Her startet overvåking av permafrost i 1998. I følge MOSJ viser analyser at temperaturen stiger i gjennomsnitt 0,8 °C per tiår i øvre del av permafrosten og at temperaturstigningen det siste tiåret er akselererende. Gjennom den tiden overvåkingen har foregått er det registrert økte temperaturer i permafrosten helt ned til 80 meters dybde. Det aktive laget har i

gjennomsnitt blitt 25–30 cm tykkere siden 1998, og i følge MOSJ skyldes dette først og fremst den økte lufttemperaturen de siste tiårene.

.



Figur 1: På Svalbard overvåkes tykkelsen på permafrosten i flere borehull, deriblant på Janssonhaugen, 20 km fra Longyearbyen. Figuren viser tykkelse på det aktive laget i permafrosten i et borehull ved Janssonhaugen i perioden 1998 – 2016, og er hentet fra MOSJ – Miljøovervåking på Svalbard og Jan Mayen, der Norsk Polarinstitutt presenterer og tolker overvåkingsdata fra Svalbard og Jan Mayen.

Permafrosten på Svalbard varmes opp raskere enn noen gang og i november 2016 hadde temperaturen på Svalbard vært høyere enn normalen i 73 måneder på rad i følge Meteorologisk institutt. Aldri før har man målt så stor oppvarming i permafrosten. Gjennomsnittsgraden for hele 2016 ligger på ca. null grader på Svalbard lufthavn. Det er to grader høyere enn forrige rekord i 2006. Målinger viser at varmerekorden i lufta også har store konsekvenser for permafrosten. I følge Meteorologisk Institutt ble det i 2016 målt den største tinedybden noensinne da det ble registret oppvarming helt ned til 80 meter.

Universitetsstudiene på Svalbard (UNIS) har forsket mye på permafrost. Målinger fra en rekke hull som er boret i både berggrunn og løsmasser har gitt ny informasjon om temperatur og tykkelse på lagene med permafrost. For å finne ut hva permafrosten på Svalbard egentlig rommer, jobbes det med borehull ned til 60 meters dybde der det er tatt ut kjerner som analyseres.

Permafrost og kulturminner på Svalbard

Permafrost har alltid vært viktig for fundamentering av bygninger og store konstruksjoner i de arktiske områder. I Longyearbyen er de fleste bygninger og store konstruksjoner fundamentert på

pæler, slått ned i grunnen, godt ned i områder omfattet av permafrosten. Bare tre bygninger i byen er bygget med kjeller ned i grunnen. Med få unntak er pælene ubehandlet rundtømmer. Svært mange av de ca. 200 fredete taubanebukker rundt og gjennom Longyearbyen er også fundamentert ved hjelp av rundtømmer gravd ned i grunnen og holdes på plass av permafrost. Flere undersøkelser foretatt av Mycoteam og Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU), blant annet med støtte fra Svalbards Miljøvernfond, viser at disse stokkene relativt raskt angripes av råtesopper i området like over og under jordoverflaten. Dette er påvist både i fredete konstruksjoner og i nyere bygninger. I pæler under boligene og i flere taubanebukker er det funnet kraftige råteskader, og reparasjoner må til om ikke boligene og bukkene skal gå over ende. Det er ved tidligere undersøkelser påvist at også fredete taubanebukker og bygninger i Hiorthhamn har de samme problemene.

Foto 2: Den råtesoppen som er mest aktiv i bygningsmaterialene på Svalbard starter inne i treverket og «jobber seg» utover. Fotoet til venstre viser en trepæle som er helt nedbrutt innvendig i den nederste delen. Tilbake står kun noen millimeter med friskt treverk aller ytterst. Det er området nede ved bakken som er mest utsatt. Litt høyere opp er det for tørt for at soppene klarer å vokse, og nede i bakken er det for kaldt. På fotoet til høyre går knivbladet helt inn til skaftet i tømmerstokken fordi den er nedbrutt av råte innvendig.

Et av de viktigste formålene med vårt forskningsprosjekt om permafrost og fundamenteringsforhold for kulturminnene var å sjekke om og hvordan tidligere forsøk med å isolere grunnen under, inntil og rundt kulturminnene hadde virket. Slike tiltak var gjennomført av Sysselmannen sent på 1990-tallet ved Svenskehuset, i Hiorthhamn og ved den nye bukken på Skjæringa i Longyearbyen som ble satt opp i 2004 da den gamle falt i en storm. Til dette trengte vi å kunne måle om bakken var frosset helt opp til underkant av isolasjonen. Under bygningene der målingene skulle finne sted var det trangt og lavt, det var viktig å ha en metode som var lett å flytte på/fleksibel og som kunne gi oss mange målinger på kort tid. Det var også viktig å ikke etterlate store spor ettersom vi jobbet med, under og inntil fredede kulturminner. Metoden som ble utviklet besto ganske enkelt i å slå ned et stålsonde i bakken inntil sonden traff permafrosten. Det var enkelt både å høre og kjenne forskjell på om vi traff stein, fjell eller frosset bakke/jordmasser. I tillegg benyttet vi forskjellige typer måleutstyr for å måle

relativ fuktighet (RF) og temperatur nede i jordmassene. Dette var nødvendig for å undersøke vekstvilkårene for råtesoppene i treverk som går ned i jordmasser.

Foto 3: Måling pågår! Her måles temperatur og relativ fuktighet i jordmassene inntil en taubanebukk. Når temperaturen bikker under 5 °C strever råtesoppen. Ved så lave temperaturer klarer den knapt å være aktiv. Den går i en form for dvale, men dør ikke. Når temperaturen blir gunstig, fortsetter den nedbrytningen av treverket. Foto: NIKU/AC Flyen

Foto 4: Her måles dybden på det aktive laget, det vil si det øverste laget som tiner om sommeren. Foto. NIKU/AC Flyen

Kunnskap om de faktiske forhold er viktig

Målet for kulturminneforvaltningen er å ta vare på et representativt utvalg av kulturminnene i et langsiktig perspektiv, jamfør blant annet Svalbards kulturminneplan 2013 – 2023 og Stortingsmelding nr. 22 Svalbard. Sysselmannen og eierne av de enkelte kulturminnene har et sterkt behov for å vite mer om de faktorene som bryter ned kulturminnene, hvordan nedbrytningen foregår, og hvordan dette eventuelt kan forhindres. Alt dette er viktig bakgrunn for å kunne ta de rette beslutningene knyttet til når og hvordan man bevarer og reparerer.

Resultatene fra dette prosjektet viste at den metoden som Sysselmannen har benyttet for å forsøke å holde på permafrosten fungerer godt når det gjelder å unngå jordsig i massene, for eksempel inntil Svenskehuset. Isolasjonen holder jordmassene frosne så å si helt opp til underkant av isolasjonen. Men når det gjelder forsøket på å isolere under bygninger inntil trepælene som bygningene er fundamentert på, er det ikke bare positive resultater. Våre målinger viste riktignok at isolasjonen senker temperaturen i jordmassene slik at forholdene for råtesoppene blir enda dårligere under isolasjonen. Men det er en reell fare for at isolasjonen også fører til at det blir varmere inne i treverket i området like på oversiden av isolasjonen. Det er fordi isolasjonen hindrer kulde fra de frosne jordmasssene i å holde temperaturen nede. Dette fører til at forholdene for råtesoppene i dette området blir bedre. Når vi vet at det er nettopp i dette området råtesoppen trives best, er det ikke positivt å gjøre forholdene enda bedre for vekst på denne måten. Det vil kunne føre til at nedbrytningen går enda raskere.

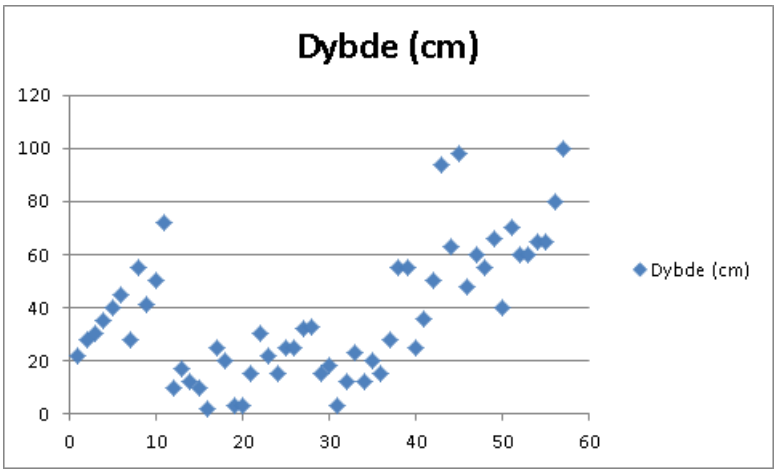
Foto 5 og 6: Svenskehuset med skråningen i bakkant. Til høyre: Måling av det aktive laget under Svenskehuset. Biter av isolasjonen kan sees i nedre billedkant. Den ser ut som jord ettersom den er farget gråbrun av jordmassene. Begge foto: NIKU/AC Flyen

Foto 7: Svenskehuset. Bygningen ligger i en gresskledd skråning og er utsatt for jordsig som har presset fundamentene ut av stilling. Bakken bak bygningen og deler av grunnen under bygningen ble isolert sent på 1990-tallet som del av restaureringsarbeidet på bygningen. Dette arbeideet ble utført av Sysselmannen på SValabrd. Isolasjonen ligger utover i skråningen langs mesteparten av bygningens lengde og er dekket med et lag av jord. På bildet er deler av isolasjonen synlig inntil bygningen. Foto: NIKU/AC Flyen

Foto 8: Gamlemessa i Hiorthhamn. Her er det lagt isolasjon utover bakken under bygningen. I tillegg er trepælene som bygningen er fundamentert på dekket av liggende panel, et såkalt «skjørt». Dette hindrer solinnstråling, og sørger for at området ikke varmes opp av solen. Foto: NIKU/AC Flyen

Foto 9: Slik ser det ut under Gamlemessa. Isolasjon er rullet ut over mesteparten av området under bygningen. Noen steder er den dekket med ord, andre steder ligger isolasjonen helt oppe i dagen. Der isolasjonen var trykket sammen slik at luften var presset ut, viste våre målinger at den ikke hadde like stor isolerende effekt som der den lå uten jordmasser. Foto: NIKU/AC Flyen

Under feltarbeidet ble det gjennomført i alt 57 øyeblikksmålinger av dybden på det aktive laget fra overflaten (luft) og ned til permafrosten. Gjennomsnittlig dybde på det aktive laget for alle lokaliteter og ute/under bygninger er **37 cm**, men det var store variasjoner (figur 2).



Figur 2: Resultatet av måling av tinesonens dybde i ulike områder i Hiorthhamn, ved Svenskehuset og ved Skjæringa i Longyearbyen. Figur: Mycoteam AS/J. Mattsson

En del av variasjoner var knyttet til ulike lokaliteter, men det var også forskjell på områder med klare variasjoner innen et avgrenset område. En viktig faktor for dette så ut til å være hvor stor soleksponering det var. Under isolasjonen innunder Gamlemessa i Hiorthhamn som også var tildekket med skjørt, var det ca. 2 cm. ned til frosset grunn på det laveste. Rett utfor sydfasaden på Boligbrakke C, også det i Hiorthhamn, var det ca 1 m. ned til permafrosten. Alle målingene av dybden på det aktive laget ble foretatt i tidsrommet mellom 12. – 14. august 2014.

Feltarbeidet og alle temperaturmålingene nede i jordmassene ved siden av trepælene viste et tydelig mønster:

- Temperaturen i overflaten/overgangen mellom jordmasser og luft er så lav at det bare så vidt er vekstvilkår for råtesopper
- Temperaturen nede i massene, fra like under jordoverflaten og videre nedover, er så lav at det ikke er vekstvilkår for råtesoppene

Foto 10: Prosjektgruppas tre forskere akkurat ankommete Svenskehuset i småbåt ført av Norsk Polarinstitutt. Fra venstre: Petter Skattum fra Multiconsult asa, Anne-Cathrine Flyen fra Norsk institutt for kulturminneforskning og Johan Mattsson fra Mycoteam as. Foto: O. Bolin

Fremtiden

Målet for kulturminneforvaltningen er å ta vare på et representativt utvalg av kulturminnene i et langsiktig perspektiv, jamfør blant annet Svalbards kulturminneplan 2013 – 2023 og Stortingsmelding nr. 22 Svalbard. Sysselmannen og eierne av de enkelte kulturminnene har et sterkt behov for å vite

mer om de faktorene som bryter ned kulturminnene, hvordan nedbrytningen foregår, og hvordan dette eventuelt kan forhindres. Alt dette er viktig bakgrunn for å kunne ta de rette beslutningene knyttet til når og hvordan man bevarer og reparerer.

Kulturminnene på Svalbard er utsatt for tøffe klimapåkjenninger. Endringene i klimaet med blant annet mere nedbør, mere vind og høyere temperaturer vil høyst sannsynlig gi økende nedbrytning. Biologisk nedbrytning er allerede en stor trussel for alt treverk. Det er sannsynlig at dette vil øke med de endrete forholdene. I dag er det en art av råtesoppene som har spesialtilpasset seg det arktiske klimaet på Svalbard, og kanskje vil også flere arter av råtesopper klare å etablere seg under de tøffe forholdene dersom de blir litt gunstigere med tanke på råtesoppenes vekstvilkår.

Resultatene fra dette prosjektet viste at den metoden som Sysselmannen har benyttet for å forsøke å holde på permafrosten fungerer godt når det gjelder å unngå jordsig i massene, for eksempel inntil Svenskehuset. Isolasjonen holder jordmassene frosne så å si helt opp til underkant av isolasjonen. Men når det gjelder forsøket på å isolere under bygninger inntil trepælene som bygningene er fundamentert på, er det ikke bare positive resultater. Så lenge det viktigste problemet med den biologiske nedbrytningen ligger i området mellom jordmassene og luft, vil det heller ikke hjelpe å slå pælene lenger ned når taubanebukkene skal repareres. Problemområdet vil fortsatt være på samme sted. Disse eksemplene viser at det er viktig med et tverrfaglig fokus når man skal velge løsninger. Det er fort å trå feil om ikke alle forhold tas med i betraktningen.

Dette prosjektet har brakt disse forholdene på det rene. Det vil kunne danne et godt grunnlag for valg av reparasjonsmetoder for taubanebukker og trepæler under fredete bygninger.

Arbeidet i prosjektet er dokumentert og beskrevet i rapporten Flyen, AC og Mattsson, J.: *Permafrost og fundamenteringsforhold for kulturminner i Longyearbyen. Klimaendringer på Svalbard*. NIKU Oppdragsrapport 42/2017.

Oslo, 15. mai 2017

Anne-Cathrine Flyen