

GRUVEMINNER I LONGYEARBYEN OG HIORTHHAMN

Fredete taubanebukker: Tilstand og bevaring

Anne-Cathrine Flyen, NIKU og Johan Mattsson, Mycoteam AS





Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU)

Storgata 2, Postboks 736 Sentrum, 0105 Oslo

Telefon: 23 35 50 00

www.niku.no

Tittel Gruveminne i Longyearbyen og Hiorthhamn Fredete taubanebukker: Tilstand og bevaring	Rapporttype/nummer NIKU Rapport 68	Publiseringsdato 04.07.2013
	Prosjektnummer 15620823	Sider 42
	Avdeling Bygning	Tilgjengelighet Åpen
Forfatter(e) Anne-Cathrine Flyen, NIKU og Johan Mattsson, Mycoteam AS	ISSN 1503-4895 ISBN 978-82-8101-202-8	Periode gjennomført Mai 2012 – Juni 2013
	Forsidebilde Taubanebukkene mellom Taubanestasjonen på Skjæringa og utskipningshavnen på Hotellneset. Foto: Flyen AC	

Prosjektleder Anne-Cathrine Flyen
Prosjektmedarbeider(e) Johan Mattsson
Kvalitetssikrer Jan Michael Stornes

Finansiert av Svalbards Miljøvernfond, NIKU – basisbevilgning og Mycoteam AS

<p>Sammendrag</p> <p>Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU) og Mycoteam har gjennom feltarbeid på Svalbard siden 2002 registrert at råtesoppkader er vanlig forekommende, særlig i forbindelse med treverk som ligger i bakkekontakt. I 2010 og 2012 fikk vi takket være støtte fra Svalbard miljøvernfond anledning til å undersøke de 9 taubanebukkene i den gamle gruveyen Hiorthhamn og ca. 50 taubanebukker i Longyearbyen. Resultatet av dette arbeidet viser at det er store svekkelser i mange bukker forårsaket av råtesoppkader. Majoriteten av disse skadene er tilnærmet umulig å oppdage visuelt fra utsiden. De er dessuten svært vanskelige å klarlegge ved hjelp av tradisjonelle undersøkelsesmetoder. Det ble derfor utviklet en egen undersøkelsesprosedyre ved hjelp av spesielt teknisk utstyr (råtedrill). Denne undersøkelsen viste at det var stor variasjon i omfang av råtesoppkader i de undersøkte bukkene, fra tilnærmet friske materialer til meget omfattende råteskader med alvorlig nedbrytning. Skadene opptrer tilsynelatende tilfeldig, og det er umulig å avklare tilstedeværelsen av eventuelle skader uten en inngående undersøkelse. Rapporten inneholder en oversikt over bukkenes tilstand og en liste med forslag til tiltak.</p>
<p>Abstract</p> <p>Norwegian Institute for Cultural Heritage Research (NIKU) and Mycoteam have been working in the fields at Svalbard registering fungal decay since 2002. During this period it has become obvious that fungal decay is a common problem even in the Arctic climate. Damages are especially occurring in wood in contact with the soil. In 2010 and 2012 NIKU and Mycoteam got the opportunity to examine the cable car bucks in the old mining city of Hiorthhamn and in Longyearbyen thanks to funding from Svalbard environmental protection fund. The result from this examination shows that there are large impairments in many of the cable car bucks due to fungal decay. Most of the damages are impossible to detect from the outside as the decay works inside the wooden columns. This decay is difficult to detect using ordinary methods, thus we used a rot detect drill. The inspections showed great variation of decay, and we found beams and columns with no traces of decay and cable car bucks severely damaged by fungal decay. The damages are seemingly occurring without any special pattern, and it is almost impossible to detect the damages without thorough inspections. This report contains a summary of the inspections and a list of proposed actions.</p>

Emneord Svalbard, råteskader, taubanebukker, kulturminner
Keywords Svalbard, fungal decay, Cable car bucks, culture heritage

Avdelingsleder
Leidulf Mydland

Forord

Taubanebukkene i Longyearbyen er blant de mest markante kulturminnene i byen. Rekkene av bukker er blant de mest synlige sporene etter gruvevirksomheten, og viser med all tydelighet også i dag hvor kraftig preg gruvevirksomheten satte på byen og det nærmeste omland.

Også taubanebukkene i den gamle gruvebyen i Hiorthhamn er viktige minnesmerker over tidligere tiders slit og strev for å frakte kullet ut av gruva og frem i dagen.

Likevel har disse kulturminnene etter vår mening ikke fått den oppmerksomheten de fortjener. Den omfattende kulturminneplanen «Teknisk industrielle kulturminner i Longyearbyen og omegn» sier lite om taubanebukkene, og syntes også å ta for gitt at de klarer seg selv.

Men tidens tann tærer. Dette er utsatte konstruksjoner, og de trenger også ettersyn og vedlikehold. Våre undersøkelser viser at mange av bukkene ikke har det særlig bra, og at det haster med å finne ut av hvordan de virkelig har det og hva som faktisk trengs for fortsatt å holde dem på beina.

Svalbards Miljøvernfond har gjort det mulig for Norsk Institutt for Kulturminneforskning og Mycoteam å foreta undersøkelsene som er beskrevet i denne rapporten. Vi takker så mye for støtten, og det er vårt håp at disse viktige kulturminnene kan prioriteres i tiden fremover.

Oslo, 1. juni 2013

Anne-Cathrine Flyen

Johan Mattsson

Prosjektet er et samarbeid med:



Prosjektet er delfinansiert av:



Innholdsfortegnelse

1	Sammendrag	7
2	Innledning.....	7
2.1	Bakgrunn	7
2.2	Forskningsfeltet.....	9
2.3	Undersøkelsermetoder	12
2.3.1	Visuell kontroll.....	12
2.3.2	Prøvetaking.....	12
2.3.3	Råtedrilling	12
	13
2.3.4	Etterbehandling av fakta	14
3	Taubanene i Longyearbyen	14
3.1	Metoder og gjennomføring.....	16
3.2	Undersøkelser	16
3.2.1	Søknader om tillatelser	16
3.3	Resultater	16
3.4	Vurdering.....	19
3.4.1	Teknisk tilstand - Konsekvens av skader og sikkerhet.....	19
3.4.2	Forvaltning av kulturminnene – Konsekvenser for bevaring	23
3.5	Konklusjoner og forslag til tiltak.....	25
3.5.1	Strakstiltak (< 1 år)	25
4	Taubanen i Hiorthhamn	27
4.1	Metoder og gjennomføring.....	29
4.1.1	Undersøkelser.....	29
4.1.2	Søknader om tillatelser	30
4.2	Resultater	30
4.3	Vurdering.....	33
4.4	Konklusjoner.....	36
4.4.1	Reparasjonsguide	38
5	Referanser	39

1 Sammendrag

I situasjoner der de fysiske forholdene åpenbart skulle være begrensende faktorer for biologisk vekst, er det naturlig å anta at råtesopper ikke vil kunne overleve og at råteskader ikke vil opptre i treverk. Dette har vært en ”opplest og vedtatt sannhet” innen kulturminnevernet på Svalbard i mange år. Det polare klimaet på øygruppa syntes å utgjøre en overbevisende garantist for beskyttelse mot råtesopp på grunn av ekstremt kjølig og tørt klima. Dette har likevel vist seg å være feil; undersøkelser i felt i perioden 2002 – 2005 og 2008- 2012 har vist at svært mange av kulturminnene på Svalbard har råteskader, mange av dem alvorlige.

NIKU og Mycoteam har gjennom feltarbeid på Svalbard siden 2003 registrert at råtesopp-skader er vanlig forekommende, særlig i forbindelse med treverk som ligger i bakkekontakt. I 2010 og 2012 fikk vi takket være støtte fra Svalbard miljøvernfond anledning til å undersøke de 9 taubanebukkene i den gamle gruvebyen i Hiorthhamn og ca. 50 taubanebukker i Longyearbyen.

Resultatet av dette arbeidet viser at det er store svekkelser i mange bukker forårsaket av råtesopp-skader. Majoriteten av disse skadene er tilnærmet umulig å oppdage visuelt fra utsiden. De er dessuten svært vanskelige å klarlegge ved hjelp av tradisjonelle undersøkelsesmetoder. Det ble derfor utviklet en egen undersøkelsesprosedyre ved hjelp av spesielt teknisk utstyr (råtedrill).

Undersøkelsene viste for øvrig at det var stor variasjon i omfang av råtesopp-skader i de undersøkte bukkene, fra tilnærmet friske materialer til meget omfattende råteskader med alvorlig nedbrytning. Skadene opptrer tilsynelatende tilfeldig, og det er umulig å avklare tilstedeværelsen av eventuelle skader uten en inngående undersøkelse.

Rapporten inneholder en oversikt over bukkenes tilstand og en liste med forslag til tiltak.

2 Innledning

2.1 Bakgrunn

Gruvedriften i Longyearbyen og Hiorthhamn foregikk i gruver med inngang oppe i fjellsiden. Kullet ble fraktet ut til gruveinngangen og lastet over i «kibber» på taubaner som fraktet kullet ned til utskipningshavna. Taubanebukker i tre holdt kablet med kibbene oppe. Disse var plassert med jevne mellomrom langs traseene, og hver gruve hadde sin trase. I dag står fortsatt svært mange av disse taubanebukkene igjen som ruvende vitnesbyrd etter gruedriften. I og rundt Longyearbyen går det taubanetraseer fra fem nedlagte gruver. Disse traseene inneholder til sammen om lag 200 taubanebukker. På Hiorthhamn er det kun 9 igjen, noen stående og noen falt over ende.

NIKU og Mycoteam har gjennom feltarbeid på Svalbard siden 2003 registrert at råtesopp-skader er vanlig forekommende, særlig i forbindelse med treverk som ligger i bakkekontakt. I 2009 registrerte vi kraftige råtesopp-skader ved Gruve 2B i to taubanebukker som hadde falt overende i forbindelse med et snøras. Analyse av prøver fra disse skadene viste at nedbrytningen var forårsaket av husnettsopp (*Leucogyrophana mollis*). I 2010 fikk vi takket være støtte fra Svalbards Miljøvernfond anledning til å undersøke taubanebukkene i Hiorthhamn. Disse undersøkelsene viste at mange av bukkene var sterkt råteskadet i fundamentbena. Disse skadene var forårsaket av den samme råtesoppen, husnettsopp, som vi fant i fundamentbena til de to bukkene i taubanen til Gruve 2B.

Fordi det var det samme skadebildet i de to undersøkte taubanebukkene ved Gruve 2B og i Hiorthhamn, var det det all grunn til å anta at også mange av de øvrige taubanebukkene i Longyearbyen hadde tilsvarende skader. NIKU og Mycoteam søkte derfor Svalbards Miljøvernfond i 2012 og fikk støtte til å undersøke rundt 50 av de 200 bukkene i Longyearbyen.

Resultatet av dette arbeidet viser at det er store svekkelser i mange bukker forårsaket av råtesopp-skader. Majoriteten av disse skadene er tilnærmet umulig å oppdage visuelt fra utsiden. Det er dessuten svært vanskelig å klarlegge ved hjelp av tradisjonelle undersøkelsesmetoder. Det ble derfor utviklet en egen undersøkelsesprosedyre ved hjelp av spesielt teknisk utstyr (råtedrill).

Etter å ha jobbet med råtesopp-skadet treverk i bygninger og konstruksjoner gjennom 25 år, vet vi at det er komplisert å oppdage innvendige skader i trematerialer uten at det gjennomføres en destruktiv undersøkelse. Det er vanlig enten å benytte et tilvekstbor (som lager et hull på minimum 1 cm i diameter) eller enda større prøveuttak ved at man for eksempel sager av en bit/skive av det aktuelle treverket (stokken, stenderen og lignende). Alternativt kan man med en metode, som vi vil definere som en tilnærmet non-destruktiv, meget godt kontrollere holdfastheten tvers igjennom treverket ved å benytte en s.k. råtedrill, slik vi har gjort. Dette er en svært skånsom, men fremdeles meget effektiv undersøkelsesmetode for å oppdage/undersøke innvendige råtesopp-skader uten å ødelegge selve treverket. Den eneste effekten er at det blir et 2 millimeter stort hull i treverket. Vi vet fra oppfølgende fuktmålinger at slike hull ikke påvirker vannopptak i treverket. Videre er hullene erfaringsmessig meget lite synlige og de trutner lett hvis treverket blir fuktig, slik at hullene blir enda vanskeligere å finne i ettertid. Måleverdiene kan avleses i form av både en graf som skrives direkte ut på en papirstrimmel og ved at man kan laste ned data til en PC.



Foto 1 Taubanebukkene langs Burmaveien. Taubanesentralen samlet alle taubanetraseene og sendte dem videre i en trase ut langs Burmaveien til utskipningskaia på Hotellneset. Foto: AC Flyen, NIKU

Denne rapporten omhandler først og fremst en gjennomgang av tilstanden til de undersøkte taubanebukkene i Longyearbyen. Undersøkelsene som er foretatt på taubanebukkene i Hiorthhamn er allerede rapportert i en intern oppdragsrapport til Svalbards Miljøvernfond. Imidlertid ønsker vi med denne rapporten å gjøre resultatene fra undersøkelsene i Hiorthhamn mere tilgjengelige og dessuten å sette taubanebukkene i Hiorthhamn og Longyearbyen inn i en sammenheng. Rapporteringen fra undersøkelsene i Hiorthhamn er derfor også tatt inn i denne rapporten.



Foto 2 Langs de forskjellige taubanetraseene fins både høye og lave bukker. Denne bukken hører til Bane 5 og er en av de høyeste der den står ute i Longyeardalen. Foto: AC Flyen, NIKU

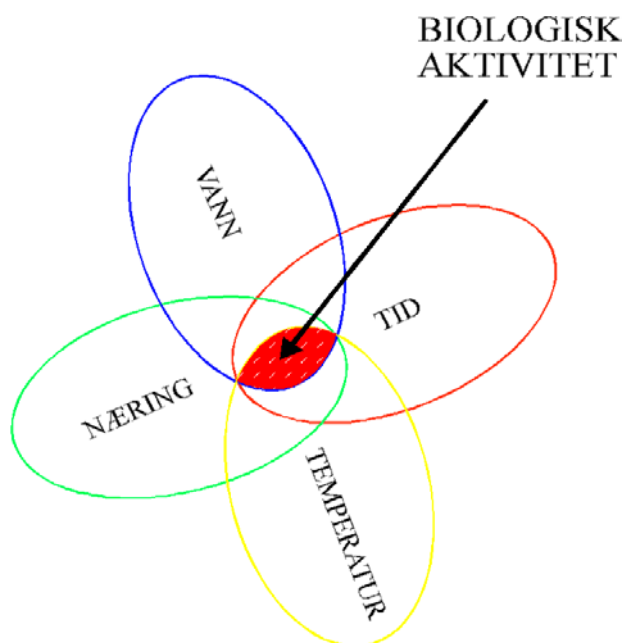
2.2 Forskningsfeltet

I situasjoner der de fysiske forholdene åpenbart skulle være begrensende faktorer for biologisk vekst, er det naturlig å anta at råtesopper ikke vil kunne overleve og at råteskader ikke vil opptre i treverk.

Dette har vært en ”opplest og vedtatt sannhet” innen kulturminnevernet på Svalbard i mange år. Det polare klimaet på øygruppa syntes å utgjøre en overbevisende garantist for beskyttelse mot råtesopp på grunn av ekstremt kjølig og tørt klima. Dette har likevel vist seg å være feil; Våre undersøkelser har vist at de fysiske forholdene for vekst av råtesopp i treverk som står i jordkontakt kan være gunstige om sommeren (Flyen og Mattsson 2010). Dertil har våre undersøkelser i felt i perioden 2002 – 2005 og 2008- 2012 vist at svært mange av kulturminnene på Svalbard har råteskader, mange av dem alvorlige. Disse funnene er blant annet rapportert i flere artikler og rapporter de siste årene (Mattsson og Flyen 2008, Flyen og Mattsson 2010, Mattsson et.al., 2010, Flyen og Mattsson 2011, Mattsson og Flyen 2011, Flyen 2012).

Det samme problemet med biologisk nedbrytning av kulturminner er påvist i Antarktis (Blanchette & Farrell 2002, Held et.al. 2005, Farrell et. al. 2010). Og selv om det kalde og tørre Antarktiske klimaet har stor innvirkning på nedbrytningshastigheten i forhold til mere tempererte omgivelser, har det også der forekommet betydelig nedbrytning av treverket i kulturminner i de siste årtier. (Held et.al 2004, Blanchette et.al. 2002, Held et.al. 2003). Imidlertid har forskerne ikke funnet samme type råtesopp i Antarktis som vi har funnet som den mest utbredte på Svalbard (Blanchette et.al. 2004, Blanchette et.al. 2008, Mattsson et.al. 2010).

Utvikling av råtesopp-skader er avhengig av gunstige vekstforhold (figur 1).

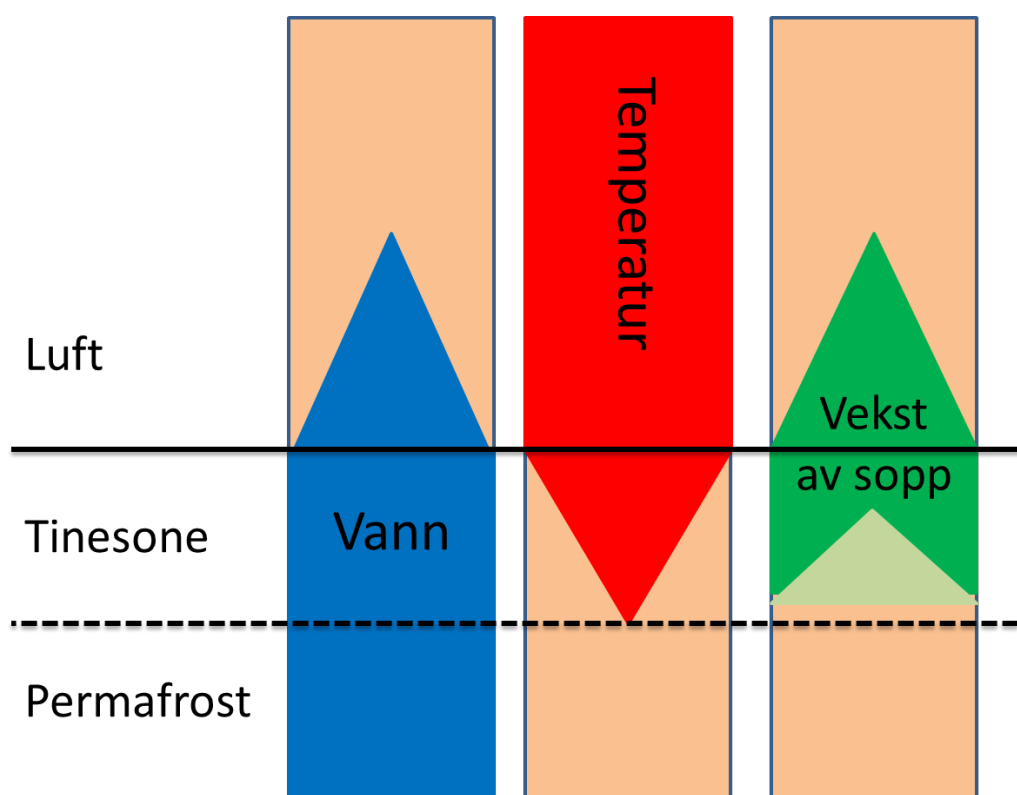


Figur 1 Forutsetninger for vest av råtesopp.

Næringen finner soppene i cellulosen, men i tørt treverk kan det ikke skje noen nedbrytning. For utvikling av råtesoppangrep må det være tilstrekkelig vått i treverket til at de ekstracellulære

enzymene som soppen skiller ut, kan trekke ut i en vannfase og bryte ned cellulosen i vedcellene. Dette betyr at det trengs en trefuktighet på minst 20 %, gjerne opp mot fibermetningspunktet på 28-30 %. De fleste råtesoppene klarer å vokse hvis temperaturen er mer enn ca. +3 °C, og de stopper å vokse hvis temperaturen blir høyere enn ca.+ 40 °C. Ved temperaturer under frysepunktet skjer det ingen vekst av råtesopp, men de fleste soppene overlever en periode med nedfrysning for så å fortsette å vokse hvis tilvekstforholdene forbedres (Mattsson 2004).

I tempererte strøk er det stort sett gunstige vekstforhold både i treverk som er i bakkekontakt og over terreng. I polare strøk er det mer begrensede muligheter, både på grunn av lange perioder med minusgrader og fordi det er lite nedbør. Dette fører til at det er avgrensede områder av treverk som er i risikozonen for utvikling av råtesopp-skader (figur 2).



Figur 2 Skisse på hvordan det om sommeren er tilgang på fritt vann og gunstig temperatur i treverk som står i bakkekontakt på Svalbard. Gunstige vekstforhold er klart avgrenset til et mindre område av treverket som ligger like over og under bakken.

Sysselembannen på Svalbard og Riksantikvaren har i sin forvaltning av kulturminnene på øygruppa vært nødt til å forholde seg til det faktum at det er mye råteskader i kulturminnene både i forbindelser med vedlikehold, reparasjoner og restaureringsarbeider på fredete bygninger og strukturer. Etatene har likevel ikke hatt ressurser eller kapasitet til å adressere problemstillinger rundt råteskader; skadetyper, årsaker og løsningsmetoder på et vitenskapelig nivå. Reparasjonsmetoder og vedlikeholdstiltak har vært valgt ut fra erfaringer fra fastlandet, der både klima, bruksmønster, konstruksjonsmåter og materialbruk avviker fra Svalbard. Dessuten har reparasjonsmetodene

tidligere vært basert på den tro at råteskader ikke opptrer på Svalbard. Dette har ikke nødvendigvis gitt de beste løsninger. Det er uklart hvilke metoder som faktisk er de beste under de rådende forhold, og det er uklart hvordan bygninger som er "satt i stand" faktisk har klart seg ettersom dette ikke er undersøkt i etterkant. Reparasjonsarbeider har vært utført i en årrekke – ikke minst i en tid da man mente at det ikke forekom råteskader på Svalbard. Det er derfor trolig en god del spennende svar å finne ved å undersøke disse tiltakene. Dette vil danne et viktig grunnlag for utviklingen av retningslinjer på optimale tiltak.

Hvis man i tillegg til denne problemstillingen tar med at eventuelle klimaendringer trolig vil kunne føre til mer gunstige vekstmuligheter for råtesopp, er det et åpenbart behov for faglig avklaring av disse problemstillingene.

2.3 Undersøkellesmetoder

Feltstudier er nødvendig for å innhente informasjon om skader forårsaket av råtesopper. Slik informasjon trengs både knyttet til selve skadetyper, til type råtesopp, til omfanget av skade, til konsekvensen av skaden for konstruksjonen og omgivelsene, til aktuelle klimatiske forhold; både makro-klimaet og mikro-klimaet, til selve materialet og til konstruksjonstypen. Våre undersøkelser av taubanebukkene på Svalbard er derfor utført i felt. Vi har benyttet følgende hovedmetoder:

2.3.1 Visuell kontroll

Alle bukkene ble grundig undersøkt for synlige råteskader. Disse undersøkelsene dannet også utgangspunkt for selve prøvetakingen.

2.3.2 Prøvetaking

Treprøver ble tatt der det var klare tegn til råteskader. Størrelsen på prøvene var ikke over 5 cm x 5 cm x 2 cm (lengde x bredde x dybde). Dette ga mulighet for en inngående analyse samtidig som det var forsvarlig ut fra at konstruksjonene er fredet og at det ikke skulle være en kosmetisk forringelse eller konstruktiv svekkelse på grunn av prøvetakingen.

2.3.3 Råtedrilling

I prosjektet ble det benyttet en råtedrill (Resistograph E 300 eller E 400), som er et instrument som registrerer tettheten (uttrykt ved dreiemomentet til motoren) til materialene.

Råtedrillundersøkelsen ble utført ved at et ca. 2 mm tykt spesialbor ble ført gjennom materialene – hovedsakelig i overgangen mellom treverk og terreng. Hullene ble knapt synlig og erfaringsmessig trutner slike hull og det er ikke behov for å plugge dem igjen etterpå. Våre tidligere undersøkelser har dessuten vist at slike hull ikke påvirker konstruksjonenes tekniske tilstand eller levetid.

Instrumentets skriver gir en utskrift av tettheten til materialet i skala 1:1. Ved kontroll av treverket kan bl.a de enkelte åringene komme frem - og eventuelle svekkelser i materialene (råteskader) vil gi fall i materialenes tetthet og registreres som fall i kurven. Resistograph E 400 har mulighet for å overføre dataene elektronisk til en pc for videre bearbeiding/grafisk fremstilling (foto 4).



Foto 3 Bruk av råtedrill gir et nøyaktig resultat av holdfastheten i treverket gjennom hele stokken, til tross for at det kun blir et hull på ca. 2 mm i diameter i treoverflaten. Foto: AC Flyen, NIKU

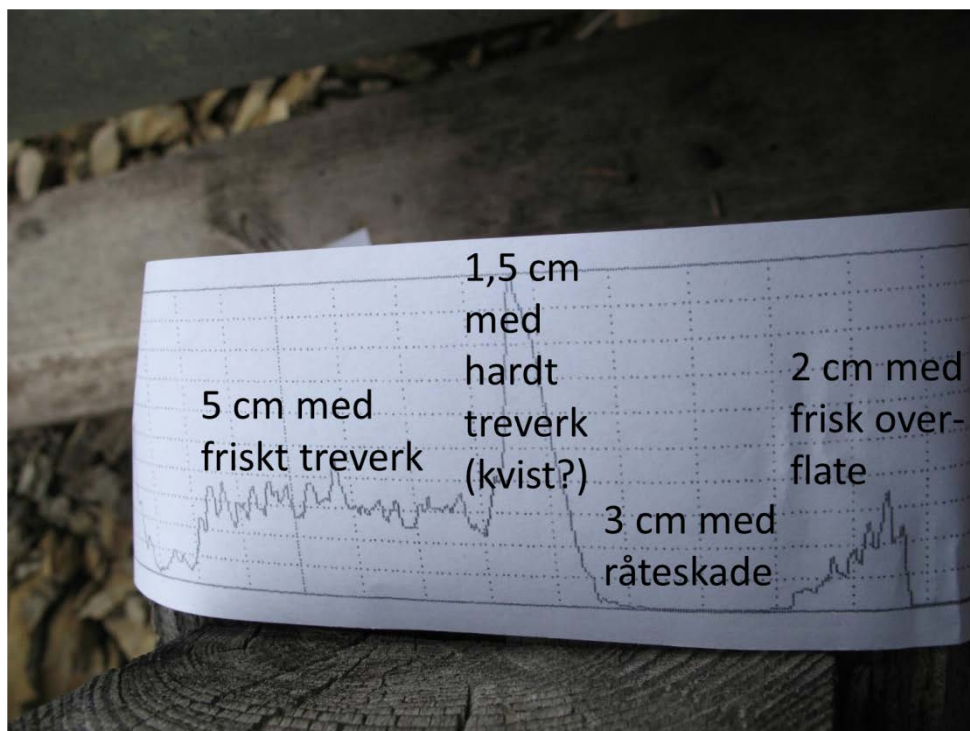


Foto 4 Utskrift fra råtedrillen ute i felt. Grafen viser holdfastheten i treverket gjennom stokken i målestokk en-til-en. Foto: J. Mattsson, Mycoteam

2.3.4 Etterbehandling av fakta

Alle materialprøver av råteskadet virke er undersøkt i laboratorium ved mikroskopisk analyse for påvisning av sopptype og nedbrytningsgrad. Alle råtedrillregistreringer og materialprøver er behandlet og vurdert.

Dette innebærer følgende oppgaver:

- Laboratorieundersøkelser.
- Behandling av råtedrillingsdata.
- Systematisering, analysering og vurdering av felldata.
- Rapportskriving, der skadeomfang, konsekvens og anbefalte tiltak beskrives.

3 Taubanene i Longyearbyen

Taubanebukkene i Longyearbyen er blant de mest markante kulturminnene i byen. Rekkene av bukker er blant de mest synlige sporene etter gruvevirksomheten, og viser med all tydelighet også i dag hvor kraftig preg gruvevirksomheten satte på byen og det nærmeste omland. Bukkene fra Gruve 1B og 2B og bukkene fra Taubanesentralen og ut langs Burmaveien er automatisk fredet i henhold til Svalbardmiljøloven, mens bukkene fra Gruve 5 og 6 er vedtaksfredet etter samme lovverk. Det er flere viktige miljøaspekter knyttet til bukkene, men vi vil hevde at de to viktigste er sikkerhet knyttet til menneskelig ferdsel i bukkenes nærhet og kulturminneverdien - symbolet på byens nerve og eksistensgrunnlag.

Store Norske (SNSK) eier kulturminnene etter gruvevirksomheten og har gjennomført en enkel visuell tilstandsvurdering av taubanebukkene med undersøkelse av overflater. Dette er viktig for å vite den tekniske tilstanden på treverket over bakken. Det er imidlertid ikke foretatt dybdeundersøkelser av de mest råteutsatte områdene; inne i materialer i jordkontakt og på oversiden av horisontale bjelker. For å kunne få en tilfredsstillende oversikt over den tekniske tilstanden på taubanebukkene i Longyearbyen må man derfor gjennomføre en grundigere undersøkelse av disse materialene. På denne bakgrunn har Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU) og Mycoteam AS utviklet et prosjekt for råtekontroll av taubanebukkene i Longyearbyen, og har utført undersøkelser med råtedrill, prøvetaking og laboratorieanalyser. Med bakgrunn i dette materialet har vi vurdert den tekniske tilstanden og utarbeidet en prioritert liste over aktuelle tiltak. Denne listen skal ivareta både sikkerhet for ferdsel ved bukkene og en optimal håndtering av de kulturhistoriske verdiene. Dette vil så danne grunnlag for SNSKs planlegging og utføring av tiltak på bukkene i henhold til fredningsbestemmelsene.



Foto 5 Meget kraftig råteskade i indre deler av tømmer har ført til en ødeleggelse av taubanebukken. Skaden var ikke mulig å se fra overflaten. Det er slike skader vi var på jakt etter i bukkene på Hiorthhamn og i Longyearbyen. Foto: J. Mattsson, Mycoteam



Foto 6 I forbindelse med en synlig snittflate på liggende tømmer er det mulig å registrere tegn til omfattende råtesoppskade i indre deler. Hvis stokken hadde stått nede i bakken, ville skaden vært usynlig. Foto: J. Mattsson, Mycoteam

I arbeidet med undersøkelsene av taubanebukkene i Longyearbyen ble det satt opp følgende hovedoppgaver:

1. Etablere en entydig og grundig dokumentasjon av tilstanden til de fredete taubanebukkene i Longyearbyen.
2. Dokumentasjon av skadegrad og av konsekvensgrad.
3. Sette opp en prioritert liste med oversikt over hvor det er behov for tiltak
 - strakstiltak der avsperring og/eller reparasjon er nødvendig
 - langsiktige tiltak, der overvåking og vedlikehold er mulig.

3.1 Metoder og gjennomføring

3.2 Undersøkelser

Anne-Cathrine Flyen fra Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU) og Johan Mattsson fra Mycoteam AS gjennomførte feltarbeid i Longyearbyen i perioden 29. juli – 8. august 2012. I forbindelse med dette arbeidet ble taubanebukkene i Taubanene fra Gruve 1A, 1B, 2B, banen fra Skjæringa til Hotellneset kalt Bane 3, og banene fra Gruve 5 og 6 undersøkt.

Prosjektet har mottatt støtte fra Miljøvernfondet til å undersøke i underkant av ¼ av bukkene grundig. I løpet av feltarbeidet har våre undersøkelser vist at vi kunne differensiere undersøkelsene av bukkene. Det var for eksempel mulig å gå over mange av bukkene i traseen ut til Hotellneset, Bane 3, på en mer overordnet måte ettersom de fleste av disse bukkene er relativt nye og satt opp med en del impregnerte materialer i utsatte deler av konstruksjonen.

I løpet av feltundersøkelsen har vi undersøkt 58 bukker inngående. 24 av disse bukkene ble undersøkt uten noen form for prøvetaking. I 25 av bukkene ble det foretatt kontroll med råtedrill (Densitomat decay detecting drill E-300). Totalt ble det foretatt 158 råtedrillinger i de 25 bukkene for å kontrollere holdfastheten i treverket.

Det ble tatt ut totalt 125 små treprøver fra 34 av bukkene for mikroskopisk analyse av forekommende råtesopper. Både prøvetakingen og kontrollene med råtedrill er utført i henhold til tillatelser fra Sysselemannen/Riksantikvaren.

I tillegg til de bukkene som ble kontrollert inngående, har vi vurdert 21 bukker ved en generell kontroll.

3.2.1 Søknader om tillatelser

Før oppstart av feltarbeidet ble det søkt om tillatelse til prøvetaking fra Sysselemannen/Riksantikvaren. Vi hadde også fått tillatelse til å jobbe med taubanebukkene fra eieren Store Norske.

Søknaden til Sysselemannen, som ble innvilget, omfattet undersøkelser i 50 taubanebukker. Grunnen til søknaden var at alle disse trekonstruksjonene er fredet i medhold av Svalbardmiljølovens § 39 a (automatisk fredet) og § 39 fjerde ledd (vedtaksfredet). Undersøkelsene omfattet følgende:

- Råtedrilling i taubanebukkene
- Uttak av treprøver fra taubanebukkene

3.3 Resultater

Våre undersøkelser har vist at det er en stor variasjon av etablerte skader. Det handler både om rent fysiske/mekaniske skader og nedbrytning av treverket på grunn av råtesopp. I enkelte bukker var det ingen tegn til skader, mens det i andre var meget oppfattende angrep av råtesopp. Dessuten har flere bukker klare setningsskader og noen har falt over ende .



Foto 7 En av de taubanebukkene som allerede er falt. Foto: AC Flyen, NIKU

I tillegg til råtesopp-skadene, var det i flere tilfeller klare setningsskader og knusningsskader i fundamentstokker som har ført til at bukkene står skeivt (foto 8 og 9).



Foto 8 En knusningsskade i et fundamentben viser at det er en kritisk svekkelse av stabiliteten til bukken. Foto: J. Mattsson, Mycoteam



Foto 9 Fundamentet er forskjøvet slik at hele bukken står skjevt og stabiliteten er svekket. Foto: J. Mattsson, Mycoteam

De mest omfattende råtesopp-skadene opptrer i treverk som er i direkte jordkontakt (foto 4), særlig fundamentbein. Videre er det et generelt stort problem med råtesopp-skader i forbindelse med endaved på toppen av fundamentbein, der disse står eksponert for nedbør (foto 10). Fordi styrken til fundamentbenene er helt avgjørende for stabiliteten til taubanebukkene, innebærer slike svekkelser en alvorlig situasjon for videre levetid til bukkene.



Foto 10 Omfattende indre råtesoppkader i bein til taubanebukk. Foto: AC Flyen, NIKU



Foto 11 Enkelte fundamentstolper er sterkt råtesoppskadet i øvre del. Foto: J. Mattsson, Mycoteam

Enkelte horisontale materialer, slik som de trerammene som holder selve taubanebukken på plass på de oppstikkende fundamentbenene og de som stiver av andre deler av taubanebukkene, er stedvis angrepet av råtesopp (foto 12 og 13).



Foto 12 Råtesoppkader i rammer og avstivere til taubanebukker kan bidra til svekkelse av stabiliteten. Foto: J. Mattsson, Mycoteam



Foto 13 Enkelte av skadene er vanskelige å oppdage uten inngående undersøkelse. Foto: J. Mattsson, Mycoteam

Det er karakteristisk at råtesoppskadene er lite synlig på overflaten av treverket. Nedbrytningen skjer rett under overflaten og der kan det være omfattende skader (foto 14 og 15). Disse skadene kan vanskelig oppdages uten inngående, teknisk kontroll.



Foto 14 Råtesopp-skadene kan stort sett først klarlegges ved en inngående teknisk undersøkelse. Foto: AC Flyen, NIKU



Foto 15 En slik undersøkelse krever både grundig kunnskap, erfaring og teknisk utstyr. Foto: AC Flyen, NIKU

3.4 Vurdering

3.4.1 Teknisk tilstand - Konsekvens av skader og sikkerhet

Taubanebukkene har helt siden de ble oppført åpenbart vært utsatt for slitasje og nedbrytning. Dette har ført til at det har vært et kontinuerlig utskiftings- og reparasjonsarbeid, særlig mens bukkene var i drift. Dessverre er det meget lite tilgjengelig informasjon om hvor og når de ulike tiltakene har vært utført. Våre muligheter til å foreta en vurdering av skadeutvikling med tanke på hastighet og omfang reduseres dermed vesentlig. Vi har imidlertid gjort ulike observasjoner av forholdene som betyr at vi kan gjøre et anslag på nedbrytningshastighet og videre forventet levetid.

Flere taubanebukker har falt overende, og det er tydelig at dette i stor grad skyldes råtesopp-skader i de trematerialene som står i jordkontakt. Vi har påvist et variert omfang og alvorlighetsgrad av råtesopp-skader også i de stående taubanebukkene. Dette viser at det er en klar fare for at det over tid kan oppstå så kraftige råtesopp-skader også i andre bukker at det kan opptre ytterligere kollapser. To av bukkene i Bane 2B falt overende i forbindelse med snøskred, mens en bukk i Bane 1B falt ved kraftig vindbelastning. Vi antar at det dessuten kan forekomme at enkelte bukker har falt på grunn av en kombinasjon av generell svekkelse og tyngdekraften. Fordi vi ikke har hatt tilgang til noe dokumentasjon om når og hvorfor taubanebukker har kollapset, er det vanskelig å vite hva som egentlig har skjedd. Dette innebærer at vi har basert våre vurderinger utfra vår generelle kunnskap om råtesopp-skader på Svalbard og fastlandet og observerte skader i taubanebukker på Svalbard.

Vi har blant annet funnet ut følgende:

- Bukken i Bane 1B som røk overende med vinden i 2004 ble i følge Bergmesteren satt opp i 1938/-39 og var således snaue 70 år da den falt. Bukkene fra Bane 5/6 nærmer seg samme alder. Vi ser de samme skadene i bukkene i Bane 2B og Bane 5/6 som vi ser i Bane 1B. Det er naturlig å tenke at utsatte bukker i Bane 5/6 også kan kollapse når de runder +/- 70 år. Vi har for øvrig registrert at det allerede er falt en bukk i Bane 5/6 rett etter strammestasjonen øst for Longyearbyen – noe som bekrefter denne problemstillingen.
- Vi har sett at råtesopp-skadene som nå er registrert gjennom våre undersøkelser i Longyearbyen er svært like skadene i bukkene på Hiorthhamn (både de som fremdeles står og de som har falt) samt de to bukkene som falt i snøraset i Bane 2B.

- Vi vet ikke når bukkene på Hiorthhamn falt, men ettersom bukkene ble satt opp rundt slutten av 1930-tallet og var falt før vi var der i 2009 var også disse rundt +/- 70 år da de falt. De falne bukkene på Hiorthhamn står ikke slik til at de kan ha blitt tatt av snøskred. Derfor har disse sannsynligvis gått overende grunnet svekkelsen fra råteskadene kombinert med vind eller rett og slett tyngdekraften. Bane 2B ble satt opp i 1936/-37 og da de to bukkene i Bane 2B falt i snøraset i 2009 var de med andre ord +/- 70 år da de gikk over ende. Bane 6 ble satt opp i 1968/-69. Våre undersøkelser viser at også disse bukkene har kraftige råteskader i fundamentstokkene. Med hensyn til at dette er de nyeste bukkene i Longyearbyen (foruten de nyoppsatte bukkene i Bane 3 som er satt opp med impregnerte materialer), har disse bukkene faktisk mer omfattende skader enn forventet sammenlignet med de øvrige bukkene. Imidlertid er bukkene i Bane 6 lave og står på flatt underlag. Dette gjør dem stivere enn mange av de øvrige bukkene og ikke like utsatt for hverken vind eller stein- eller snøras.
- Bukkene i bane 2B er rundt 70 år, men noen av dem er reparert såpass kraftig at dette naturlig burde forlenge deres levetid. Det er dessuten benyttet trykkimpregnerte materialer i enkelte reparasjoner, noe som sikrer godt mot nye råtesopp-skader. Samtidig viser våre undersøkelser at flere av dem er kraftig svekket i fundamentstokkene av samme type svekkelse som de som falt i 2009. En av disse bukkene står i nærheten av skolen selv om den ikke truer skolen direkte, en av dem står helt inntil skitrekke og alle står langs en vanlig brukt trasé opp til daganlegget av gruve.
- Bane 3 ble satt opp i 1936/-37. Med unntak av et par bukker er imidlertid de opprinnelige bukkene i Bane 3 byttet ut med nye konstruksjoner der de mest utsatte delene er satt opp med impregnerte materialer. Det er derfor kun to bukker der vi finner det samme skademønsteret som de øvrige bukkene i Longyearbyen og på Hiorthhamn. Dette er bukkene 12 og 13. Disse bukkene er kraftig svekket, men står ikke utsatt til med hensyn til konsekvenser for mennesker eller eiendom. Imidlertid er de viktige som del av helheten i Bane 3, og står slik til at de er svært synlige fra innseilingen til Longyearbyen.
- Bukkene i Bane 5/6 ble satt opp i 1958/-59 og nærmer seg med andre ord 70 år. Også disse bukkene har kraftige råteskader i fundamentstokkene av samme mønster som de falne bukkene på Hiorthhamn og i Longyearbyen. De 5 – 6 første bukkene i Bane 5/6 står inne i bebyggelsen i Longyearbyen og er dessuten svært høye. Alle disse bukkene er svekket av råte i fundamentstokkene på samme måte som de som har falt, noen kraftigere enn de andre. Disse bukkene står utsatt til med tanke på konsekvenser for mennesker og eiendom (foto 16-19). Vi kan ikke si noe om hvor lenge disse bukkene vil stå med de skadene og svekkelsene de har nå, men de er i en alvorlig svekket tilstand. Noen stormer kan knekke dem, enten ved at de rett og slett blåser overende eller ved at de forskyves gjennom delvis kollaps. Når tyngdepunktet i en så høy konstruksjon forskyves til over midten kan den falle overende.

Mange bukker står utilgjengelig og langt fra bebyggelse. Der vil konsekvenser av en taubanebukk som faller overende være liten med tanke på sikkerhet – selv om det er negativt med tanke på kulturminnevern. I de tilfeller taubanebukkene står tett opp mot der personer ferdes, øker risikoen for at det kan opptre kritiske situasjoner med hensyn til sikkerhet.

Vi har vist at flere av de høye bukkene som står inne i Longyearbyen – noen av dem tett opp mot veier og bebyggelse, har kraftige råtesopp-skader i treverk i viktige, bærende konstruksjoner. Med tanke på omfanget av råtesopp-skadene, anser vi det som trolig at enkelte taubanebukker i

Longyearbyen kan falle overende i løpet av 5-10 år. Dette betyr at vi anbefaler et aktivt videre arbeid med å sikre taubanebukkene – særlig de som står sentralt i Longyearbyen. Aktuelle punkter er vist i avsnittet 3.5 Konklusjon og forslag til tiltak.



Foto 16 Konsekvensene for en kollaps av en bukk som står ved en trafikkert vei kan være store. Foto: J. Mattsson, Mycoteam



Foto 17 Ekstra strenge sikkerhetskrav må gjelde for råtesoppskadede taubanebukker inne i Longyearbyen. Foto: J. Mattsson, Mycoteam



Foto 18 Flere av bukkene inne i Longyearbyen er meget høye og står tett opp mot bebyggelse. Foto: J. Mattsson, Mycoteam



Foto 19 Det er viktig at man har god kontroll på taubanebukker inne i Longyearbyen. Foto: J. Mattsson, Mycoteam

Basert på resultatene fra undersøkelsene i en kombinasjon med vurdering av sikkerhetsmessige forhold, ser vi at det er nødvendig å fokusere på følgende bukker:

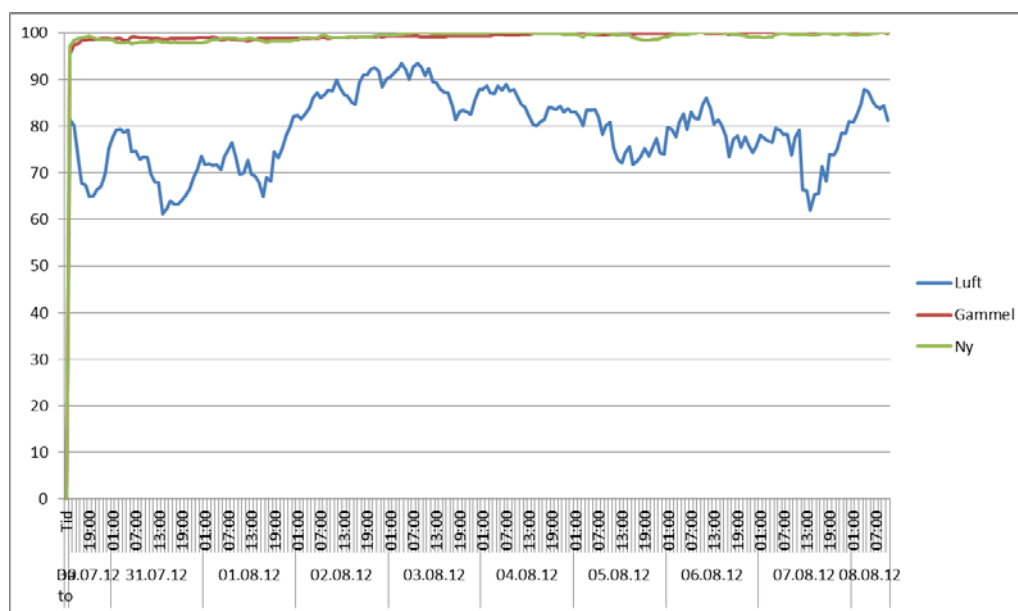
1. Bane 5/6, bukk 3 ved sykehuset og bukk 1 ved Skjæringa: aktive tiltak.
2. Bane 5/6, bukkene 2, 4 og 5: oppfølging
3. Bane 2b, bukk 8 ved skitrekke: aktive tiltak

Med aktive tiltak mener vi at disse bukkene bør sikres raskt og repareres ved at man skifter ut fundamentstokkene som stikker opp i friluft og som danner grunnlaget for stabiliteten av selve bukkene. Vi mener at alternativet til slik reparasjon er kollaps innen 5 – 10 år, og at sterk vind eller ras kan felle bukkene tidligere. Alternative tiltak til reparasjon er etter vår mening kontrollert felling

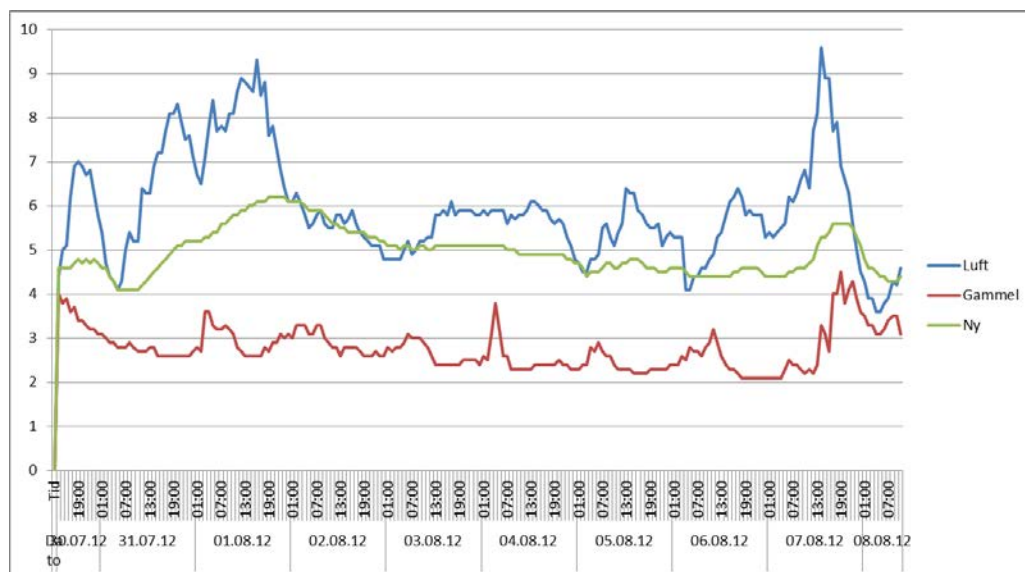
eller avsperring inntil bukken faller av seg selv. Med oppfølging mener vi at disse bukkene bør følges opp med videre vurdering og området rundt disse eventuelt sperres av.

Det er foreløpig ikke foretatt noen statistiske beregninger av hvilke konsekvenser de påviste råtesopp-skadene kan føre til. Dette betyr at våre anslag for eventuelle konsekvenser av skadene er basert på vår erfaring av råtesopp-skader og en antakelse basert på fakta som vi har hatt tilgjengelig så langt. For å oppnå bedre kunnskap om hvor stabile bukkene er, anbefaler vi at det gjennomføres statistiske beregninger.

I forbindelse med den nye bukken som ble satt opp i 2007 i bane 1B etter at den opprinnelige falt overende i en storm i 2006, er det benyttet vintermatter på bakken et lite stykke under jordoverflaten. Vi er forklart at dette ble gjort for å unngå at tælen i bakken skulle tine for langt ned og at man dermed skulle kunne unngå en del av oppfuktingen av fundamentbena til taubanebukken. Vi foretok en logging av temperatur og relativ luftfuktighet inntil et av bukkebeina på den nye taubanebukken og en gammel taubanebukk ved siden av. 2 målesonder ble plassert inn mot treverket ca. 10 cm ned i bakken og en kontrollsonde ble plassert i skygge ca. 0,5m opp fra bakken. Måleresultatene viste at det var tilnærmet lik relativ luftfuktighet ved de to sondene som lå under jorda ved de to bukkene, mens det var en større variasjon ved sonden som lå i skygge ca. 0,5 meter opp fra bakken (figur 3). Samtidig viser målingene at det var en klart høyere temperatur i bakken på oversiden av vintermatten sammenlignet med den gamle bukken som kun hadde vanlig jordsmonn (figur 4). Dette viser at det er klart bedre vekstforhold for råtesopp i treverket på oversiden av vintermattene ved den nye bukken i forhold til treverket i den gamle. Vår anbefaling er dermed at man sterkt bør vurdere å fjerne vintermattene ved denne bukken og dessuten å unngå å legge ned tilsvarende vintermatter ved kommende reparasjoner av andre taubanebukker.



Figur 3 Måling av relativ luftfuktighet i bakken ved den nye taubanebukken og en tilstøtende gammel i Bane 1B.



Figur 4 Måling av temperatur i bakken ved den nye taubanebukken og en tilstøtende gammel i Bane 1B.

3.4.2 Forvaltning av kulturminnene – Konsekvenser for bevaring

Rapporten Plan for teknisk industrielle kulturminner i Longyearbyen og omegn (2010), utarbeidet av Store Norske og Sysselmannen setter blant annet opp en prioritert liste over hvilke kulturminner som skal bevares for ettertiden for å vise Longyearbyen som gruveby. I denne planen løftes Taubane 3 (Taubanesentralen på Skjæringa – Hotellneset) frem som den banen som skal bevares. Det sies ikke noe spesielt om hva som skal skje med de andre taubanestrekningene. Både Store Norske, Riksantikvaren og Sysselmannen har gitt uttrykk for at alle kulturminnene fra gruvedriften i Longyearbyen er viktige, og at det i utgangspunktet er ønskelig å bevare alle taubanestrekningene. Dette er imidlertid ikke behandlet i planen for de tekniske kulturminnene i Longyearbyen.

Det er viktig å være klar over at selv om taubanebukkene i Bane 3 er plukket ut til å være de som skal bevares for ettertiden – og de som først og fremst skal vedlikeholdes, er det likevel nødvendig å gjøre noe med flere av de øvrige bukkene. Våre vurderinger er først og fremst foretatt på grunnlag av bukkenes tekniske tilstand/skadebilde, forventet levetid og konsekvens for omgivelsene. Imidlertid er mange av bukkene så viktig i forståelsen av den historiske gruvedriften i Longyearbyen at det kan være ønskelig at de i hvert fall skal stå lengst mulig selv om de ikke er prioritert i verneplanen.

Til tross for at verneplanen for de teknisk industrielle kulturminner i Longyearbyen er ferdig mener vi det er nødvendig å ta en ny diskusjon knyttet både til sikkerhetsmessige aspekter og de mer verne- og verdimesse avgjørelsene. Vi har inntrykk av at aktørene (Sysselmannen, Riksantikvaren og Store Norske) ikke var klar over den faktiske tilstanden på taubanebukkene da rapporten ble skrevet. Vi tror derfor at det er grunnlag for å anta at dette er grunnen til at planen ikke diskuterer hva konsekvensen vil være for de kulturminnene (taubanebukkene) som ikke prioriteres i planen.



Foto 20 Taubanelinjen langs Burmaveien ut mot Hotellneset. Foto: AC Flyen, NIKU

Selv om verken kulturminnene generelt eller taubanebukkene spesielt ikke skulle bli prioritert av rent verne- og verdimessige hensyn, tilsier teknisk tilstand og konsekvenser av eventuelle brudd og nedfall at det er nødvendig å gjøre noe. Bort-prioriteringen av taubanebukkene i verneplanen forankres blant annet i dårlig teknisk tilstand, selv om den ikke er utformet slik at den viser detaljert teknisk tilstand eller forslag til tiltak. Det er ikke foretatt noen analyse av hva en slik bort- eller nedprioritering konkret vil bety for taubanebukkene på litt sikt, uklart av hvilken årsak. I denne sammenhengen er vi likevel først og fremst opptatt av at det er nødvendig å diskutere og avklare overordnede verne- og verdimessige hensyn og sikkerhetsmessige hensyn også for de kulturminnene som er nedprioritert. Med dette mener vi at det må avklares om man med denne nedprioriteringen er klar over at man automatisk godtar at bukkene (som vi her er opptatt av) vil gå over ende etter hvert, noen om kort tid noen om lengere tid. I tillegg må man ta stilling til sikkerhetsaspektene. Det bør også diskuteres hvilke tiltak som kan godtas som følge av at det dreier seg om automatisk- og vedtaksfredete kulturminner. Dette er først og fremst en vurdering som må tas av vernemyndighetene, men det vil være av avgjørende betydning for eier Store Norske å vite hvilke retningslinjer man kan operere innenfor. Vi mener det er viktig å diskutere følgende (listen er ikke uttømmende):

- Hvilke bukker kan man akseptere skal falle, og er det noen man ikke ønsker skal falle?
- Hvordan håndteres sikringssonen rent verneteknisk når bukkene faller, og flere av dem kanskje er falt ut av vernesonen? Hva når alle har falt?
- Teknisk tilstand er på noen bukker så dårlig at dersom de ikke skal repareres bør man vurdere om de skal tas ned før de faller «av seg selv». Hvordan stiller vernemyndighetene seg til det? – Må den aktuelle bukken av-fredes først?

- Aktuelle reparasjonstiltak kan være å skifte deler av konstruksjonen med impregnerte materialer. Dette har vært gjort en rekke ganger tidligere, både i bane 2B og 3. Det kan også være en mulighet å ta ned og bygge kopi av enkelte særlige sentrale bukker. Dette er vurderinger som allerede er løselig behandlet i saken om den nyoppsatte bukken i Bane 2B ovenfor Taubanesentralen.
- Noen av bukkene er vesentlig svekket av råtesopp-skader i fundamentene. De er dessuten særlig høye og har en slik plassering at en eventuell kollaps utgjør en særlig sikkerhetsrisiko for omgivelsene. Dette gjelder først og fremst bukkene inne i sentrum. Vår vurdering av skadene er at disse bukkene bør sikres i løpet av kort tid, spesielt med tanke på sterk vind. En reparasjon av fundamentene slik at konstruksjonene blir stabile anbefales. Det er allerede gjort erfaringer med en slik reparasjon av den nye bukken i bane 2b. Det er imidlertid etter vår kjennskap foreløpig ikke foretatt en tverrfaglig evaluering av hvordan dette arbeidet har fungert, heller ikke hvilken effekt de valgte tekniske løsningene har (slik som bruk av vintermatte på grunnen, bruk av uimpregnert materiale, tilbakelegging av eksisterende masser med mulige råtesopp-sporer).

3.5 Konklusjoner og forslag til tiltak

Undersøkelsene viste at det var stor variasjon i omfang av råtesopp-skader i de undersøkte bukkene, fra tilnærmet friske materialer til meget omfattende råteskader med alvorlig nedbrytning. Skadene opptrer tilsynelatende tilfeldig, og det er umulig å avklare tilstedeværelsen av eventuelle skader uten en inngående undersøkelse. Det er etter vår mening derfor avgjørende å undersøke bukkene med råtedrill i de kritiske områdene der treverk er i jordkontakt for at man skal kunne si noe om taubanebukkens reelle tekniske tilstand.

Det er påvist en rekke skader i mange av de undersøkte bukkene. Med tanke på at vi ikke har en endelig oversikt over samtlige skader ettersom vi ikke hadde mulighet til å undersøke alle de ca. 200 bukkene, har vi valgt å fokusere på de bukkene som ved en eventuell kollaps vil kunne gi store konsekvenser med tanke på sikkerhet for beboere og besøkende i Longyearbyen.

Flere av bukkene i bane 5 som står inne i Longyearbyen har alvorlige råtesopp-skader. Vi har foreløpig ikke kjennskap til hvor stor effekt disse råtesopp-skadene har med tanke på stabiliteten i bukkene, men på grunn av den alvorlige konsekvensen en eventuell kollaps i strukturen kan medføre, anbefaler vi en prioritering av de bukker som har størst potensiell fare med hensyn til sikkerhet. Dette betyr at det kan være andre bukker som er mer skadede, men fordi disse står mindre kritisk til med tanke på sikkerhet, kan de etter rent tekniske vurderinger gis lavere prioritet

3.5.1 Strakstiltak (< 1 år)

- Konsekvensvurdering. Noe av dette er allerede forsøkt belyst i denne rapporten, men vi anbefaler at det gjøres en mer utfyllende vurdering,.
- Overvåkningsplan for de stående bukkene, statiske beregninger og eventuell reparasjon av bukker anbefales.
- Enkle, stabiliserende tiltak av eksisterende tekniske løsninger kan med fordel gjennomføres som strakstiltak på alle bukkene, og i hvert fall bukker inne i byen:
 - Stramme løse stålwire
 - Feste løse materialer

- Gjennomføre eventuelt enkle reparasjoner som vurderes å ha en positiv innvirkning på stabiliteten til taubanebukkene.
- Måling av svaing av bukkene i kraftig vind og setninger over tid
 - A) Sidebevegelse – for eksempel med en stålwire med målebånd og fire fastpunkter
 - B) Vertikalbevegelse: tommestokk
 - C) Opplæring/organisering av målearbeidet
- En tverrfaglig planlegging av utskifting av skadede fundamentstokker. Det er viktig at man her tar en vurdering av både praktiske, sikkerhetsmessige og vernemessige aspekter. Samtidig må man sørge for at man har en faglig vurdering av hvordan ulike tiltak innvirker på fremtidig levetid av bukkene og hvordan man skal foreta oppfølgende kontroll av de reparerte bukkene.

3.5.1.1 Langsiktige tiltak (> 1 år)

- Utarbeide en manual for reparasjon av taubanebukkene i Longyearbyen basert på erfaringene med den første bukken som repareres.
- Gjennomføre en reparasjons- og vedlikeholdsplan for taubanebukkene i Longyearbyen, der det inngår arbeid med å forsterke og skifte ut moderat skadede materialer, foreta større reparasjoner og eventuelt etablere nye avstivningstiltak.
- Overvåking (omgående, se Strakstiltak, og fortløpende)



Foto 21 Taubanelinjen fra Gruve 5, utsyn innover Adventdalen med bukker og strammestasjon. Foto: AC Flyen

4 Taubanen i Hiorthhamn

Nest etter Ny-Ålesund utgjør kulturmiljøet i Hiorthhamn den største ansamlingen av fredete bygninger og konstruksjoner på Svalbard. Den gamle gruvebyen i Hiorthhamn er resultatet av ett av de mange forsøkene på å etablere bergverksdrift på Svalbard, og taubanebukkene samt taubanestasjonen er en sentral del av dette miljøet. Med unntak av selve gruveåpningen langt opp i fjellskråningen er bukkene og stasjonen de konstruksjonene som tydeligst viser at Hiorthhamn har vært en gruveby. I dag står bare syv bukker oppreist, og deres tekniske tilstand er uklar. På grunn av eierforholdene (gruvebyen er privat eid) er det vanskelig å finansiere en slik undersøkelse privat og et tilskudd fra Svalbards miljøvernfond var avgjørende for at undersøkelsen kunne gjennomføres.

NIKU og Mycoteam mottok etter søknad slikt tilskudd i 2010 som gjorde det mulig å undersøke taubanebukkene i Hiorthhamn og kartlegge deres tekniske tilstand.



Foto 22 Taubanen i Hiorthhamn . Foto: AC Flyen, NIKU



Foto 23 To bukker var falt overende. Foto: J. Mattsson, Mycoteam

Trefundamentene til taubanebukkene i Hiorthhamn og taubanestasjonen står meget utsatt til for angrep av råtesopp. Dette har allerede vist seg ved at to av bukkene er falt over ende med omfattende råtesopp-skader i del delene av treverket som har stått i bakkekontakt. Svekkelsen fra råtesoppen er så alvorlig at det bare skulle en liten dytt til, for eksempel fra vinden, for at bukken skulle gå overende.

For å klarlegge den tekniske tilstanden på materialer og konstruksjoner gjennomførte vi grundige undersøkelser. Disse undersøkelsene dannet igjen grunnlag for å kunne anslå restlevetid og gi et forslag til eventuelle sikrings- og/eller istandsettingstiltak.



Foto 24. Taubanesentralen på Hiorthhamn. Mesteparten av treverket står ikke i direkte bakkekontakt, men står på støpte fundamenter. Treverket er derfor mindre utsatt for soppangrep. Foto: AC Flyen, NIKU

4.1 Metoder og gjennomføring

4.1.1 Undersøkelser

Undersøkelsene ble gjennomført i løpet av juli/august 2010 av Mycoteam, v/ Johan Mattsson og NIKU, v/ Anne-Cathrine Flyen. Prosjektarbeidet ble finansiert via økonomisk støtte fra Svalbards miljøvernfond, NIKU og Mycoteam.

På grunn av den åpenbare sannsynligheten for at det kan forekomme kritiske råtesopp-skader i taubanebukkene vurderte vi at det i utgangspunktet burde foretas undersøkelser av samtlige taubanebukker, det vil si av samtlige stolper som står i jordkontakt. Vi la opp til at dette omfanget eventuelt kunne justeres underveis dersom videre funn viser et mønster som innebærer en mulighet for generalisering, men i utgangspunktet antok vi at dette var lite trolig. Undersøkelsene inneholdt følgende oppgaver:

- Planlegging inkludert innhenting av nødvendige tillatelser fra Riksantikvaren/Sysselmannen
- Visuell kontroll av horisontale materialer og av materialer i bakkekontakt
- Materialprøver av skadet trevirke (krever dispensasjon fra Riksantikvaren/Sysselmannen)
- Råtedrilling i alle materialer som står i bakkekontakt (krever dispensasjon fra Riksantikvaren/Sysselmannen)
- Råtedrilling som stikkprøver av enkelte horisontale materialer (krever dispensasjon fra Riksantikvaren/Sysselmannen)
- Fukt- og temperaturmålinger
- Fotodokumentasjon av skadete områder

4.1.2 Søknader om tillatelser

Før oppstart av feltarbeidet ble det søkt om tillatelse til prøvetaking og råtedrilling fra Sysselmannen/Riksantikvaren. Videre hadde vi kontakt med grunneier for eiendommen Austre Adventfjord gjennom deres advokat, Eeg Nielsen i advokatfirmaet Harris DA med tanke på tillatelse til undersøkelser og prøvetaking på deres eiendom.

Søknaden til Sysselmannen, som ble innvilget, omfattet blant annet: Undersøkelser i taubanebukkene, strammestasjonen, taubanestasjonen, direktørboligen, funksjonærboligen, gamlemessa og boligbrakkka i Hiorthhamn samt bygninger og bygningsrester oppe i fjellet ved gruveinngangen, kalt Sneheim.

Grunnen til søknaden var at alle disse trekonstruksjonene er fredet i medhold av Svalbardmiljølovens § 39 a. Undersøkelsene omfattet følgende:

- Råtedrilling i taubanebukkene, strammestasjon, direktørboligen, funksjonærboligen, gamlemessa, boligbrakkken.
- Råtedrilling og treprøver i taubanestasjonen
- Treprøver i bygningene på Sneheim.

4.2 Resultater

Det ble foretatt råtedrilling i samtlige stående taubanebukker og i et utvalg av de som har falt. Tilsvarende undersøkelse ble også foretatt i representative deler av de stående pælefundamentene i taubanestasjonen. Alle målingene ble tatt i overgang luft/terreng. På den måten ble forekomst og omfang av innvendige råtesoppkader i trematerialene kartlagt. Basert på visuelle observasjoner og resultatene, er det mulig å gi en oversikt over mulige tiltak.

I bukkene på Hiorthhamn var det ytterst få alvorlige skader som var synlige i overflaten av stakkene og i øvrige materialer. Det var med andre ord få funn gjennom de visuelle undersøkelsene. Ved hjelp av råtedrill-undersøkelsene og vurdering av bruddflaten i de stakkene som var falt overende, var det mulig å danne seg et bilde av skadeproblematikken og bukkenes tilstand.



Foto 25 Bukkene har mye treverk som står i jordkontakt. Samtlige av disse materialene kan være svekket av råtesopp og må av den grunn undersøkes grundig. Foto: J. Mattsson, Mycoteam



Foto 26 I mange tilfeller var det ikke noen synlige tegn til råtesoppkader i overflaten av treverket. Misfargingen skyldes opptrekk av kullpartikler og ikke svertesopp/råtesopp. Foto: J. Mattsson, Mycoteam



Foto 27 Ofte var det enkelte, svake tegn til en overflatisk nedbrytning av stikkene der de står i jordkontakt. Disse skadene var stort sett begrensede og forårsaket av gråråtesopper. Foto: J. Mattsson, Mycoteam



Foto 28 Resultatene ved bruk av kniv kan være vanskelig å tolke på Svalbard. Dette skyldes blant annet at det indre av stokken kan være frosset ettersom permafrosten gjør at bakken fryser nedenfra. Foto: AC Flyen, NIKU



Foto 29 Råteskadene på bukkens fundamentben har startet fra innsiden og er vanskelige å oppdage fra utsiden. På denne stokken er kun et tynt «skall» igjen utenpå den sterkt svekkede stokken. Bruddflaten er ved overgangen mellom bakke og luft. Foto: AC Flyen, NIKU



Foto 30. Hele indre del av den knekte stokken er kraftig svekket av råtesopp. Foto: J. Mattsson, Mycoteam

4.3 Vurdering

Tidsaspektet er viktig for nedbrytning av treverk. Det skjer liten skade i løpet av uker og til dels måneder, men over lengre perioder kan det skje en vesentlig svekkelse av treverket. De aktuelle taubanebukkene ble oppført i to omganger, den første i 1910, den andre ved oppstarten i 1937. Dette betyr at trematerialene har stått eksponert i 70-100 år.



Foto 31 I den knekte stolpen ble det ved laboratorieanalyse påvist forekomst av husnettsopp. Våre undersøkelser har vist at denne råtesopparten er vanlig å finne i nedbrutt treverk på Svalbard. Den forårsaker omfattende skade i treverk med jordkontakt. Foto: J. Mattsson, Mycoteam

Råtedrillundersøkelsene viste et svært varierende skadebilde i de forskjellige taubanebukkene. En oppsummering av skadene (skadegrad, SG) og vurdering av konsekvenser (konsekvensgrad, KG) er vist i tabell 1 for taubanebukkene og i tabell 2 for strammestasjonen.

Tabell 1 Oppsummering av påviste råtesopp-skader i taubanebukkene. Bukk nummer 1 er nærmest gruveåpningen oppe ved Sneheim. Skadegrad er fordelt på beina, NV= Nordvestre ben, NØ=Nordøstre ben, SV=Sydvestre ben, SØ= Sydøstre ben. Skadegrad 1= ingen skade, Skadegrad 2= moderat skade, Skadegrad 3= Kraftig skade. Konsekvensgrad 1= Liten konsekvens, Konsekvensgrad 2= Middels alvorlig konsekvens, Konsekvensgrad 3= Alvorlig konsekvens.

Bukk	Skadegrad				Konsekvensgrad	Kommentar
	NV	NØ	SV	SØ		
1	1	1	1	1	1	Ingen råtesopp-skader påvist
2	1	1	1	1	1	Ingen råtesopp-skader påvist
3	3	3	1	3	3	Store skader som innebærer en klar fare for at den kan falle overende i løpet av kort tid ved kraftig vindbelastning. Må følges opp!
4	3	1	3	2	3	Har allerede falt overende.
5	1	1	3	1	3	Kraftig råteskade i et av beina. Ved eventuelt brudd i dette benet kan belastningen bli så stor på resten av beina at bukken går overende. Denne må følges opp!
6	1	1	1	1	1	Har allerede falt overende.
7						Ikke undersøkt på grunn av utilgjengelighet med råtedrill.
8	1	1	1	1	1	Ingen råtesopp-skader påvist
9	3	1	3	1	3	Relativt omfattende skader og derfor en klar fare for at bukken kan falle overende ved kraftig vindbelastning. Må følges opp!

Tabell 2 Oppsummering av påviste råtesoppkader i strammestasjonen nede ved sjøen i Hiorthhamn. Skadegrad 1= ingen skade, Skadegrad 2= moderat skade, Skadegrad 3= Kraftig skade Konsekvensgrad 1= Liten konsekvens, Konsekvensgrad 2= Middels alvorlig konsekvens, Konsekvensgrad 3= Alvorlig konsekvens.

Strammestasjon	Skadegrad	Konsekvensgrad	Kommentar
Nordvestre ben til strammestasjon	1	1	Ingen råteskade registrert
Midtre bin i nordre rekke til strammestasjon	2	2	Råteskade i nedre del inni stokken
Nordøstre ben til strammestasjon	1	1	Ingen råteskade registrert
Sydvestre ben til strammestasjon	2/3	2	Til dels kraftig råteskade i nedre deler inni stokken/benet
Midtre ben i søndre rekke til strammestasjon	2/3	2	Til dels kraftig råteskade i nedre deler inni stokken/benet
Sydøstre ben til strammestasjon	2	2	Råteskade i nedre deler inni stokken/benet
Nordvestre skråstøtte	3	3	Kraftig råteskade i nedre deler av skråavstiveren, inni stokken
Midtre skråstøtte	1		Ingen råteskade registrerte
Nordøstre skråstøtte	1		Ingen råteskade registrerte
Sydvestre skråstøtte	1		Ingen råteskade registrerte
Sydøstre skråstøtte	1		Ingen råteskade registrerte
Horisontal bjelke på topp av konstruksjon	3	3	Bjelken er falt ned. Vi vet ikke hvor stor konsekvens dette har for stabiliteten til hele konstruksjonen/strammestasjonen, men tror ikke den er så stor. Må undersøkes nærmere.

I sin helhet er situasjonen for strammestasjonen ikke kritisk selv om deler av treverket er sterkt svekket. Det er vanskelig å si med nøyaktighet hva effekten av den skadete toppsvillen er, men det er sannsynligvis ikke avgjørende. Skadene i nedre deler av den nordvestre skråavstiveren har ikke så stor effekt, da den var viktig da man hadde kabellast og bruk av anlegget. Ettersom denne belastningen er borte er avstiveren ikke så viktig lenger. Sannsynligvis har denne skaden derfor ikke så stor konsekvens for stramme stasjonen slik den står nå. Skadene i nedre del av bena er til dels kraftige. Men også her gjelder det at konstruksjonen står på flatmark uten de store belastningene den er konstruert for. Imidlertid kan strammestasjonen motta en del vindlaster som kan gi store belastninger. Vi anbefaler derfor at det bør vurderes å sette opp/forsterke skråavstiver mot syd for å få en ekstra stabilitet. Sydøstre bein og midtre bein i søndre rekke er også til dels kraftig svekket av råte i nedre deler. Det bør også her vurderes å forsterke/avstive tømmerbena.

Taubanesentralen ble undersøkt ved en visuell kontroll og stikkprøver i form av råtedrilling og materialprøver. Kun enkelte mindre råteskader ble funnet i en av bjelkene nede mot bakken, og noen mindre mekaniske skader i 2. etasje. Disse har ingen konsekvens for konstruksjonens stabilitet.

Analyse av treprøvene viste at den dominerende råtesopparten i disse materialene var husnettsopp (*Leucogyrophana mollis*).

Leucogyrophana mollis forårsaker vanligvis skader på materialer som utsettes for vedvarende høy fuktighet/lekkasjer, ofte i kjellere, men også i vinduer, undertak og annet eksponert trevirke. Soppen har liten evne til å spre seg inn i friskt og tørt treverk, men kan lokalt forårsake omfattende skader. Utskifting av angrepne trematerialer med sikkerhetssone er nødvendig.

4.4 Konklusjoner

I våre undersøkelser av taubanebukkene, strammestasjonen og taubanesentralen ble det påvist råtesopp-skader i varierende omfang og grad. De mest omfattende skadene var i de materialer som står i jordkontakt. Generelt kan skadene oppsummeres på følgende måte:

- Det var stor variasjon i omfang av råtesopp-skader i de undersøkte taubanebukkene, fra tilnærmet friske materialer til meget omfattende råteskader med alvorlig nedbrytning av bærende elementer i konstruksjonene.
- Skadene opptrer tilsynelatende tilfeldig.
- Det er ikke mulig å avklare tilstedeværelsen av eventuelle skader uten en inngående undersøkelse.
- Majoriteten av disse skadene var umulig å oppdage visuelt fra utsiden og var også svært vanskelige å spore ved hjelp av tradisjonelle undersøkelsesmetoder. Det er helt avgjørende å undersøke bukkene med råtedrilling i de kritiske områdene der treverk er i jordkontakt for at man skal kunne si noe om taubanebukkens reelle tekniske tilstand.

Undersøkelsene har vist at det er kraftige råtesopp-skader i deler av samtlige taubanebukker. De to bukkene som er mest skadet er bukk 3 og 9.

Det er uklart hvilken effekt stålkablene som fortsatt sitter fast i flere av taubanebukken har med tanke på muligheten for stabilisering/fare for belastning på taubanebukkene. Vi regner med at kablene i utgangspunktet kan stabilisere bukkene, men at de kan øke belastningen hvis det er kraftig sidevind eller ising på kablene. En slik belastning har trolig liten innvirkning på friske bukker, men med tanke på de til dels kraftige råtesopp-skadene som er påvist for eksempel i bukk 3 og 9, antar vi at en kraftig skeivbelastning kan være kritisk. Det er derfor en særlig stor fare for at disse to bukkene knekker hvis det oppstår en situasjon med kraftig skeivbelastning. Vi anslår at det er fare for at bukkene 3, 9 og eventuelt nr. 5 kan falle i løpet av 1 - 5 år dersom det ikke settes inn tiltak, mens de øvrige trolig kan stå i lengre tid, anslagsvis 5 - 20 år.

Strammestasjonen har ikke så store skader som enkelte av bukkene. Også her er det til dels kraftige råteskader i nedre deler av enkelte av bena, men disse er ikke så store i omfang. Uten tiltak anslår vi restlevetiden til 5 – 10 år.

Taubanesentralen har bare mindre skader. Vi anslår restlevetiden på denne til å være over 50 år.

Det er fire mulige hovedtilnærminger for å håndtere denne situasjonen:

1. La bukkene suksessivt falle overende etter hvert som råtesopp-skadene blir omfattende nok og/eller det skjer en kraftig skeivbelastning på grunn av vær og vind. Dette forutsetter at man setter opp varselskilt slik at personer ikke beveger seg innenfor en sikkerhetszone rundt bukkene.
2. Kappe vekk stålkablene. Dette vil trolig minske faren for skjevbelastning og at en fallende bukk kan dra med seg andre bukker i fallet. På den andre siden mister man viktig historisk informasjon om hvordan taubanebukkene har fungert med kulltransport via luftstrek i stålkabler. Det er mulig å regne på hvilke krefter vind og ising kan ha på bukkene, men dette er ikke gjort i dette prosjektet.
3. Stabilisere de mest angrepene bukkene. Dette kan gjøres med skråavstivere som sikrer mot skjevbelastning. Man bør regne på hvilken fremgangsmåte som er mest hensiktsmessig. Det er mulig å benytte både treverk, stålstag og stålkabler. Man må i hvert tilfelle vurdere eventuell fare for at tiltak kan føre til andre problemer, for eksempel strekkrefter i det råtesopp-skadede treverket. De bukkene som er mest svekket og dermed har størst behov for tiltak er nr. 3, 9 og eventuelt 5.
Alternativt kan bukkene festes til stålkabelen og suppleres med skråavstivere.
4. De mest omfattende skadene på bukkene utbedres ved at man forsterker eller skifter ut skadet treverk med nytt. Dette gjelder først og fremst bukk 3, 9 og eventuelt 5. I tillegg anbefaler vi at den ødelagte toppsvillen på strammestasjonen skiftes ut. Bruk av identisk treverk er å foretrekke av antikvariske grunner, mens bruk av impregnerte materialer er mest hensiktsmessig med tanke på levetid. Sydøstre bein og midtre bein i søndre rekke er også til dels kraftig svekket av råte i nedre deler. Det bør også her vurderes å forsterke/avstive tømmerbena.

I tillegg til akutte tiltak er det viktig at man har en jevnlig oppfølging av forholdene, slik at man kan fange opp tegn til eventuelle nye problemer.

Gjennom våre undersøkelser på Hiorthhamn fra sommeren 2010 ser vi at skader og skadebilde følger samme mønster som vi tidligere har funnet på Svalbard i lignende konstruksjoner: Det er samme skadegjører: Husnettsopp/Laukogyrofana, og skadene opptrer midt inne i stokken, vanskelig å lese fra utsiden. Dette er kraftige skader som opptrer i treverk som tross alt ikke er eldre enn rundt 90 - 100 år.

Dette er også tidligere rapportert til Svalbards miljøvernfond i rapport og gjennom vitenskapelige artikler.

4.4.1 Reparasjonsguide

Vi har satt opp en reparasjonsguide som følger:

Konstruksjon	Tiltak
Taubanebukk 1 (bukken nærmest Sneheim)	Ingen umiddelbare tiltak nødvendig. Ny kontroll om 5 år. Ekstra kontroll etter sterk vind eller snøras.
Taubanebukk 2	Ingen umiddelbare tiltak nødvendig. Ny kontroll om 5 år. Ekstra kontroll etter sterk vind eller snøras.
Taubanebukk 3	Store skader som innebærer en klar fare for at den kan falle overende i løpet av kort tid ved kraftig vindbelastning. Om den ikke skal falle om relativt kort tid (1 – 5 år) bør den stabiliseres. Bør i mellomtiden følges nøye.
Taubanebukk 4	Har allerede falt overende, og ligger nede. Ingen tiltak.
Taubanebukk 5	Det ene benet er sterkt skadet, og dersom bukken belastes av sterk vind eller snøras kan dette ene benet knekke. Dette vil gi en skjev belastning som kan føre til at hele bukken faller. Om den ikke skal falle om relativt kort tid (1 - 10 år) bør den stabiliseres. Bør i mellomtiden følges nøye.
Taubanebukk 6	Har allerede falt overende, og ligger nede. Ingen tiltak.
Taubanebukk 7	Ikke undersøkt da beina var utilgjengelige på grunn av stein og sterkt skrånende terreng.
Taubanebukk 8	Ingen umiddelbare tiltak nødvendig. Ny kontroll om 5 år. Ekstra kontroll etter sterk vind eller snøras.
Taubanebukk 9	Bukken er sterkt skadet og kan falle når som helst. Som et strakstiltak bør et sikringsområde rundt bukken markeres. Om den ikke skal falle om kort tid, må den stabiliseres. Bør følges nøye.
Stålkabelen mellom taubanebukkene	Undersøke med en statiker om det vil lønne seg å kappe stålkabelen mellom bukkene. Det er noe usikkert hvorvidt den største effekten er positiv gjennom å stabilisere/sideavstive bukkene, eller om den er negativ gjennom å forsterke belastningene ved vindlast og/eller snølast/ras.
Strammestasjonen	Flere av beina og skråavstiverne har til dels kraftig råteskade i nedre deler inne i stokken. Dersom strammestasjonen ikke skal rase i løpet av 5 – 10 år bør det vurderes om noen av disse bør stives av. Dette gjelder først og fremst sydvestre og midtre bein i søndre rekke og nordvestre skråstøtte. Toppsvilla/bjelken er så sterkt skadet av røte at den har brukket og delvis falt ned. Vi vet ikke hvor stor konsekvens dette har for stabiliteten,

	men tror ikke den er så stor. Dette bør likevel undersøkes. Ekstra kontroll av stasjonen bør foretas etter sterk vind.
Taubanesentralen	Ingen umiddelbare tiltak med tanke på råteskader nødvendig. Noen mindre mekaniske skader kan gjøre det nødvendig å vurdere sikring av golvet der taubanen gikk inn i stasjonen dersom stasjonens 2. etasje skal stå åpen for publikum. Trappen opp er også usikker, og spesielt gelenderet er dårlig. Ny kontroll med tanke på råteevaluering om 10 år. Ekstra kontroll etter sterk vind.

5 Referanser

Blanchette et.al. 2002. Blanchette, R.A., Held, B.W and Farrel, R.L. Defibrillation of wood in the expedition huts of Antarctica: an unusual deterioration process occurring in the polar environment. Polar Record 38, 313 – 322.

Blanchette R, Farrell RL, (2002). Defibrillation of wood in the expedition huts of Antarctica: an unusual deterioration process occurring in the polar environment. Polar Record 38(207): 313-323.

Blanchette R, Held BW, Jurgens JA, McNew DL, Harrington TC, Duncan SM, Farrell RL, 2004. Wood-Destroying Soft Rot Fungi in the Historic Expedition Huts of Antarctica. Applied and Environmental Microbiology 70(3), 1328-1335. 2004.

Blanchette R, Held BW, Jurgens JA, 2008. Norhumberland House, Fort Conger and the Peary Huts in the Canadian High Arctic: Current condition and assessment of wood deterioration taking place. ICOMOS International Polar heritage Committee, p. 30-37.

Dahle et.al. 2000. Dahle, K., Bjerck, H.B. og Prestvold, K. Kulturminneplan for Svalbard 2000 – 2010. Sysselmannens rapportserie 2/200. Sysselmannen på Svalbard, 2000. 125 sider.

Flyen, A-C. *Håndtering av råteskader i kulturminner på Svalbard - skadeårsaker og løsningsmetoder. I: NIKU TEMA 39. Kulturarv, kulturminner og kulturmiljøer. 2012*

Flyen A-C. og Mattsson, J. Rapport 141/2011 Råtekontroll av taubanebukker på Hiorthhamn, Svalbard.

Held et.al 2004, Held, B.W., Jurgens, J.A., Arentz, B.E., Duncan, S.M., Farrell, R.L., and Blanchette, R.A., Environmental factors influencing microbial growth inside the historic expedition huts og Ross Islands, Antarctica. International Biodeterioration & Biodegradation 55, 2005, pp 45 – 53.

Held et.al 2005. Held BW, Jurgens JA, Duncan SM, Farrell RL, Blanchette RA, 2005. Assessment of fungal diversity and deterioration in a wooden structure at New Harbor, Antarctica. Polar Biology 2005.

Held et.al. 2003)., Held, B.W , Blanchette, R.A., Jurgens, J.A., Duncan, S, and Farrell, R.L. Deterioration and conservation issues associated with Antarcticas historic huts. In: Koestler, V.R.,

Charola, A.E., Nieto-Fernandez, F.E., (Eds.), *Art, Biology and Conservation: Biodeterioration of Works of Art*, The Metropolitan Museum of Art, New York and Yale University Press, New Haven, 370 – 389.

Knutsen og Yri 2010. Knutsen, E. og Yri, H.T. Teknisk industrielle kulturminner I Longyearbyen med omegn. Verneverdi og forvaltning. Rapportserie 1/2020. Sysselmannen på Svalbard, Longyearbyen, 2010.

Mattsson 2010. Mattsson, J. Råtesopp I N 978-82-91070-14-8. Mycoteam AS 2010.

Mattsson, J., Flyen, A-C. and Nunez, M. 2010 Wood-decaying fungi in listed buildings and structures on Svalbard. *Agarica* 29, 2010: p. 5 – 14.

Mattsson J, and Flyen A-C, 2011. Preventive methods against biodeterioration of protected building materials in Svalbard. *Polar Settlements – Location, Techniques and Conservation*. ICOMOS. International Polar Heritage Committee, p. 23-29. 2008.

Mattsson J, and Flyen A-C, 2008. Biodeterioration in buildings in Svalbard (Spitsbergen). *Historical Polar Bases – Preservation and Management*. ICOMOS. International Polar Heritage Committee, p. 23-29. 2008

Sandodden et.al. 2013. Sandodden, I.S., Yri, H.T. og Solli, H. Kulturminneplan for Svalbard 2013 – 2023. Sysselmannen på Svalbard, 2013. 112 sider.

Norsk institutt for kulturminneforskning er et uavhengig forsknings- og kompetansemiljø med kunnskap om norske og internasjonale kulturminner.

Instituttet driver forskning og oppdragsvirksomhet for offentlig forvaltning og private aktører på felter som by- og landskapsplanlegging, arkeologi, konservering og bygningsvern.

Våre ansatte er konservatorer, arkeologer, arkitekter, ingeniører, geografer, etnologer, samfunnsvitere, kunsthistorikere, forskere og rådgivere med spesiell kompetanse på kulturarv og kulturminner.

www.niku.no

NIKU Rapport 68
ISSN 1503-4895
ISBN 978-82-8101-202-8

NIKU hovedkontor
Storgata 2
Postboks 736 Sentrum
0105 OSLO
Telefon: 23 35 50 00

NIKU Tønsberg
Farmannsveien 30
3111 TØNSBERG
Telefon: 934 66 230

NIKU Bergen
Dreggsallmenningen 3
Postboks 4112 Sandviken
5835 BERGEN
Telefon: 922 89 252

NIKU Trondheim
Kjøpmannsgata 25
7013 TRONDHEIM
Telefon: 922 66 779 /
405 50 126

NIKU Tromsø
Framsenteret
Hjalmar Johansens gt. 14
9296 TROMSØ
Telefon: 77 75 04 00