

Hovedekskursjon Tekniske Geofag 2016

INTRODUKSJON

Årets hovedekskursjon for femteklassinger ved Tekniske Geofag fra NTNU gikk til Chiles hovedstad Santiago. Ti elever med spesialisering innen Ingeniørgeologi, Bergmekanikk, Ressursgeologi og Mineralproduksjon satte seg på flyet lørdag 12. mars med forventinger om å se annerledes geologi, store gruver og lære mer om hvordan prosjekter gjennomføres på andre siden av verden. Med oss hadde vi hele tiden kyndig veiledning av professor Bjørn Nilsen fra NTNU.



Santiago sett fra San Cristóbal (880 moh).

Santiago (ca. 600 m.o.h.) er et spesielt spennende sted å besøke mye grunnet byens nærhet til de mektige Andesfjellene. Denne fjellkjeden byr på kompleks geologi som fører til flere geotekniske utfordringer. Videre har mange av landets ledende bedrifter, også innen ingeniørgeologi og gruvedrift sitt hovedsete i hovedstaden. Byens stadig voksende folketall fører også til store behov for infrastruktur og energi, som igjen betyr spennende prosjekter for oss innen bergindustrien.

DAG 1 - METRO

I en by med nærmere seks millioner innbyggere er det essensielt med et godt fungerende kollektivsystem. I rushtiden i Santiago er det i dag et svært høyt trykk på metroen, og som konsekvens av dette er utbygging av linje 3 og linje 6 i gang.

Første dag av ekskursjonen besøkte vi utbyggingen av linje 3, og fikk en veldig fin omvisning av ansatte fra både konsulent og entreprenør. Totalt skal 24 km tunnel med diameter 8,5 meter graves ut. Tunnelen går kun igjennom løsmasser, hovedsakelig i grusfraksjon. Drivingen foregår ved gravemaskin med en inndrift på omtrent 1,5 meter per døgn. Det jobbes 24 timer i døgnet og ifølge planen skal

prosjektet være helt ferdig i 2018. Samme sikringsmengde bestående av 15 cm sprøytebetong og stålnetting brukes i hele tunnelen uavhengig av grunnforhold. Grunnvannspeilet ligger under nivået på tunnelen grunnet tidligere høyt industrielt forbruk. Derfor er det forventet lite vannproblemer, likevel sikres det mot vannlekkasjer i tilfelle grunnvannet stiger i fremtiden.

Ingen av studentene på Tekniske Geofag hadde sett en løsmassetunnel før, og samtlige var forundret over at «stuffen» stod av seg selv etter utgraving. Løsmassene hadde «stand-up» tid på et par timer kunne sjefsgeologen fra det spanske konsulentfirmaet Arcadis fortelle oss, dette grunnet høy kohesjon i grusmassene. Likevel var de påpasselige ved å ikke grave for langt før sprøytebetong ble påført som primærsikring. Dette viste seg å være lurt av våre spanske venner; dagen etter besøket på metroen fikk vi høre at det hadde vært en kollaps i tunnelen ved en annen entreprise. Her var et annet konsulentfirma ansvarlig og de hadde latt løsmassene stå usikret for lenge!



Ragnhild (til høyre) og Mari synes det var spennende å få en omvisning ved metroen i Santiago.



Gruppebilde foran inngang til tunnelen.

DAG 2 – LA ANDINA

Dag to satte vi oss i buss og kjørte mot Andesfjellene. Besøksmålet denne dagen var kobbergruva «La Andina» som ligger 80 km nordøst fra Santiago. Gruva består av et dagbruddet (Sur Sur open pit) og en underjordisk gruve (Rio Blanco underground mine) og drives av Chiles nasjonale kobberselskap Codelco. Gehalten i henholdsvis daggruva og dypgruva er på 0,70 og 0,95 %. Daggruva ligger på 4200 meters høyde, og dermed følger strenge helse- og sikkerhetskrav for å besøke denne. Dessverre fikk vi ikke anledning til det, men hele dagen gikk likevel med på å dra ned i undergrunnsgruva.



Håkon knytter Chilenske kontakter.

Etter en HMS runde på kontoret ble vi kjørt oppover dalen til inngangen til gruva, og derfra startet turen nedover og innover via en 7 km lang adkomsttunnel. Det som ventet oss 400 meter under bakken var et imponerende nettverk av tunneler og bergrom på forskjellig plan, uten guiding hadde vi neppe funnet veien ut selv. Spesielt stolte var guidene våre av den nye gruvemetoden som ble kalt «Continuous method». I korte trekk går denne metoden ut på at malmen slippes kontinuerlig og direkte ned på transportbelte som fører den videre rett til knuseren. Hele prosessen blir dermed mer automatisk og behovet for manuelt arbeid i gruva blir mindre. Ifølge guidene våre vil dette være fire ganger mere effektivt enn den tradisjonelle metoden som benyttes nå. La Andina vil bli den første gruva i Chile som benytter seg av denne metoden, og vi var heldige og fikk se de første klargjøringer og installasjoner for å ta i bruk det nye systemet.



Til venstre ser vi utsikt fra gruva og nedover dalen. Til høyre har Eivind blitt riktig utstyrt for gruvebesøk.

DAG 3 – ALTO MAIPO HPP

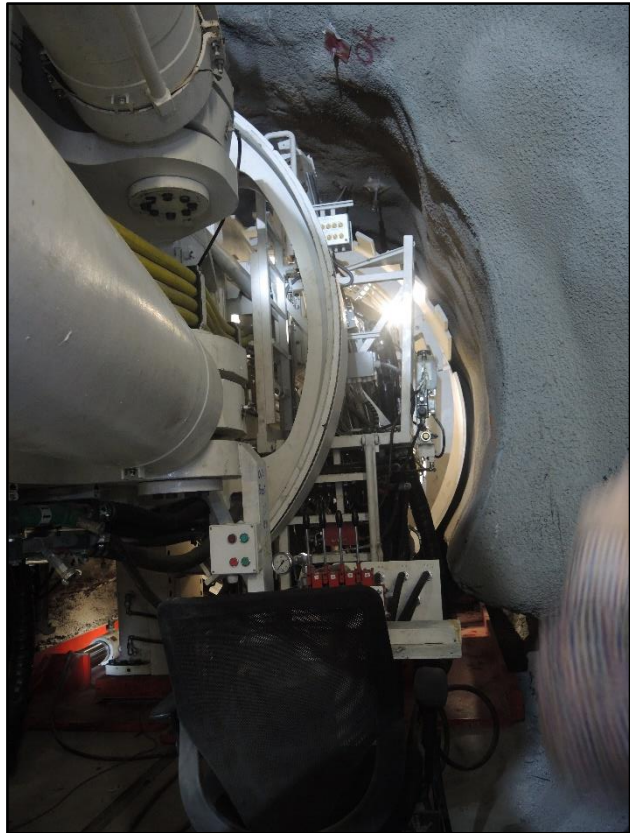
Denne dagen startet også tidlig med en to-timers busstur ut av storbyen med retning mot vannkraft anlegget Alto Maipo HPP (Hydro Power Plant). I takt med det voksende befolkningstallet i Santiago, vokser også energiforbruket og dermed ble det vedtatt å starte utbyggingen av Alto Maipo i 2013. Anlegget består av en nedre og en øvre kraftstasjon på henholdsvis 483 og 1160 moh som vil ha en samlet effekt på 532 MW. Totale skal det drives 67 km med tunnel, både ved konvensjonell boring og sprengning og ved bruk av TBM. Prosjektet drives av samarbeidsgruppa SAM, som består av Skava fra Chile, Amberg fra Sveits og Multiconsult fra Norge.

Vi fikk en flott omvisning av ulike deler av anlegget. Spesielt spennende var det å få se en TBM maskin! Vi var nemlig veldig heldige med timing av besøket; dagen vi kom var TBM maskinen som skal bore tunnelen for den øvre delen av anlegget akkurat ferdig installert og skulle etter planen starte boringen dagen etterpå. Igjen, et nytt syn for samtlige studenter, TBMer hadde vi kun sett på bilder før. Det var interessant å få et forhold til størrelsen på slike maskiner og oppdage hvor mange operasjoner som skal foregå fra ulike deler av maskinen når den settes i gang.

Under omvisningen fikk vi god innsikt i ulike bergtekniske utfordringer man stod ovenfor ved drivingen av vannkrafttunnelene. Andesfjellene preges av store horisontale spenninger, noe som har ført til bergtrykksproblemer i hengen for deler av tunnelene. For å løse dette hadde SAM benyttet seg av en skjørt i sprøytebetongen som gjorde at sikringen tålte noe deformasjon. De hadde også utformet tunnelvernsnittet hensiktsmessig i forhold til retningen på den største spenningen. Dermed ble bergtrykksproblemene konsentrert til et mindre område og sikringsjobben ble noe lettere, et skoleeksempel på hva vi har lært ved NTNU. Det er alltid gøy å se slike ting bli praktisert i det virkelige liv!

Ikke bare er det høye spenninger som byr på utfordringer under drivingen ved Alto Maipo, selve bergarten er heller ikke den letteste å ha med å gjøre. Mye av tunnelene skal gå gjennom vulkansk tuff, en bergart som disintegrerer og oksiderer lett når den eksponeres for luft og vann. Dette fikk vi demonstrert ved at et prøvestykke ble lagt i et glass vann; kun etter et par minutter hadde bergarten begynt å løses opp!

Totalt sett var det en veldig fin og lærerik dag ved Alto Maipo. De har noen store bergtekniske utfordringer å løse, men det virker som om prosjektet er vel gjennomtenkt og at det er en plan for løsning av problemer som er forventet å oppstå.



TBMen ferdig installert og klar til bruk.



Studenter fra Tekniske Geofag følger spent med på oppløsning av vulkansk tuff.

DAG 4 – NORMET OG ARCADIS

Etter to dager med lange bussturer ble dag fire av ekskursjonene brukt til bedriftsbesøk i Santiago. På formiddagen besøkte vi Normet som produserer maskiner og bergsikring, og på ettermiddagen det spanske konsulentfirmaet Arcadis som stod for utbyggingen av metroen.

Normet produserer maskiner til hele Sør-Amerika og er den største leverandøren i Chile. I tillegg produserers og selges sprøytebetong og annen bergsikring, bl.a. D-bolten som er oppfunnet ved NTNU. Vi fikk være med Ismael Anabalon, sjef for Normet i Chile, rundt i produksjons- og lagerhaller. I tillegg til å kunne besvare alle maskintekniske spørsmål hadde han også full kontroll på alt som rørte seg i det Chilenske markedet innenfor bergindustrien. En og annen røverhistorie fikk vi også høre før omvisningen ble avsluttet ved at vi fikk en fin demonstrasjon av en sprøyterigg.

Etter besøket hos Normet bar det avgårde til kontoret til Arcadis. Grunnet dårlige tider i Spania har Arcadis satset på det Chilenske markedet i stedet, og dette har de gjort med stor suksess til nå. Vi fikk først en innføring om hvordan bedriften er bygget opp og deretter et foredrag med tema «Rock spalling and rock bursting». Sistnevnte var meget interessant, da samme type bergtekniske utfordringer møter oss i hjemlandet. Videre fikk hver student presentert sin masteroppgave og Bjørn Nilsen holdt et foredrag om norske prosjekter og utfordringer vi møter på, spesielt i forbindelse med dype undersjøiske tunneler. Alt i alt en fin erfaringsutveksling mellom NTNU og Arcadis.



Gruppebilde foran sprøyteriggen hos Normet..

DAG 5 – SIGHTSEEING SANTIAGO

Siste dag av det faglige opplegget skulle egentlig bli brukt til bedriftsbesøk hos Norconsult. Dessverre ble dette avlyst, og dermed ble det sightseeing i Santiago i stedet. Samtlige deltagere på hovedekskursjonen besteg byfjellet til Santiago, San Cristóbal (880 moh) og fikk dermed den fineste utsikten som finnes over byen. Ved middagsbordet påfølgende kveld var vi alle enig om at det hadde vært noen lærerike og innholdsrike dager i Chile.

AVSLUTNING

Etter en uke i Santiago bar det hjem for noen, mens andre valgte å feire påske ved sørligere breddegrader. Alt i alt har dette vært en flott hovedekskursjon med et høyt nivå på det faglige opplegget. Det har vært interessant å se hvordan ting gjøres i et helt ukjent land. Det inntrykket mange satt igjen med etter de ulike besøkene var at HMS virkelig var i høyfokus i Chile. Ved alle anleggsbesøkene har vi fått nøye sikkerhetsinstruksjoner, godt med verneutstyr og til og med sett HMS-filmer før omvisningene.

Videre vil vi rette en stor takk til Mathias (Norconsult) som har vært veldig behjelpelig ved å organisere de ulike besøkene. En meget stor takk går selvfølgelig til vår professor Bjørn Nilsen som har fått til et flott faglig opplegg for oss, besvart mange faglige spørsmål underveis og som har holdt ut med ti studenter en hel uke på tur. Veldig sporty! Tilslutt må alle sponsorer også takkes stort, uten deres støtte hadde ikke denne ekskursjonen kunne gjennomføres. Tusen takk!

Med vennlig hilsen studenter ved Tekniske Geofag 2016:

Håkon Havskjold, Håkon Kjøde Rødal, Håkon Walter Bjørnsrud, Eivind Stein, Eirik Ølnes, Martin Holter, Sølve Pettersen, Ragnhild Rostad, Mari Kristin Tro og Kaja Krogh.



BERGRINGEN



NTNU



NFF

Norsk Forening for Fjellsprenningsteknikk



Statens vegvesen



TOTAL



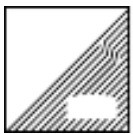
HUSTADMARMOR



SIBELCO
NORDIC



NORSK
BERGFORENING



NORSK BERGMEKANIKKGRUPPE

bayerngas
norge



Jernbaneverket

Norconsult 



normet
FOR TOUGH JOBS

ENTREPRENØRSERVICE

 **metso**

 **PRETEC**[®]

 **Huth & Wien Engineering AS**  **devico**

 **Bever Control a.s**