© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare

OLYMPISK ISHALL I BERG

Stein Krogh, SINTEF Bergteknikk, Trondheim

Hvorfor ishall i berg?

Høsten 1989 besluttet OL-administrasjonen i Lillehammer at en ev ishocky-arenaene for OL-94 skulle bygges i Gjøvik. Byen ligger på vestsiden av Mjøsa ca 45 km fra Lillehammer. Den ligger idyllisk til i skråningen ned mot sjøen med høyder og koller som avgrenser byen mot vest. Gjøvik kommune tok på seg ansvaret som byggherre og startet straks planleggingen av hallen.

En gruppe av entreprenører, ingeniørfirmaer og konsulenter foreslo for kommunen at hallen som skulle romme ca. 5000 mennesker, burde bygges som en berghall i åsen like bak sentrum av byen. I den samme åsen hadde kommunen tidligere bygget en svømmehall, og i tillegg har Televerket og Sivilforsvaret anlegg i samme bergformasjon. Ideen fenget i kommunen og etter en tid forelå det faste planer for en ishockyhall i Røverdalen i nær tilknytning til svømmehallen. I innledningen til prosjektbeskrivelsen har ordføreren gitt følgende grunner for at kommunen ville satse på berghallen:

- meget sentral plassering
- opptar ikke annen verdifull byggegrunn
- utnytter bestående ressurser i sentrum som P-plasser, hoteller og forretninger
- arkitekturen sprenger ikke målestokken i bymiljøet
- lave drifts- og vedlikeholdskostnader
- sambruk med den bestående svømmehall i fjell
- og sist men ikke minst vil prosjektet gi en helt spesiell og særnorsk ramme om et arrangement i verdensformat

I løpet av det siste halve året er det i tillegg til berghallsaletrnativet innhentet anbud på en konvensjonell hall med de samme krav til kapasitet og tekniske installasjoner. Alternativet synes å være ca. 30 % billigere enn en tilsvarende ishall i berg. Dette kostnadsspørsmålet sammen med tvil og tro når det gjelder sikkerheten ved et fjellanlegg som dette,

© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare

har vært bakgrunnen for de mange diskusjoner som har gått vedrørende valg av alternativ. Den uenighet som oppsto både lokalt og i OL-administrasjonen i Lillehammer, førte til at igangsettingen av prosjektet ble utsatt en rekke ganger. I et kommunestyremøte den 24. januar i år ble det endelig vedtatt at ishallen skal bygges i berg.

Hvem bygger hallen og hvordan skal den se ut?

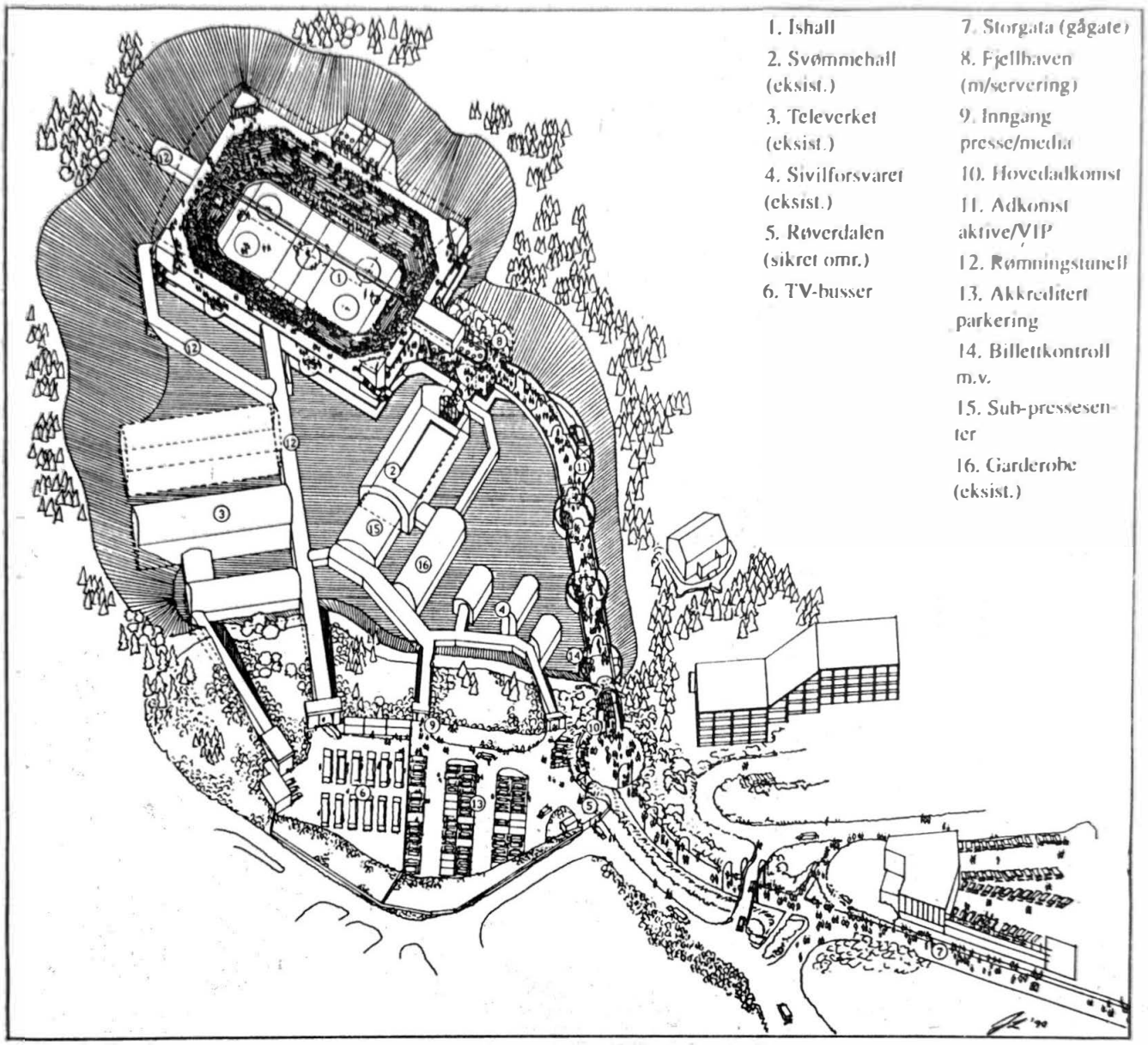
Næringslivsgruppen som står bak prosjektet består av følgende selskaper:
Veidekke og Selmer-Furuholmen (entreprenører), Siemens (elektrisk), Norsk Viftefabrikk (ventilasjon), Fortifikasjon (engineering), Noteby (geoteknikk) og Moe & Levorsen (arkitekt). I et samarbeide mellom disse er den endelige planløsning utarbeidet slik som vist på figur 1. Hallen får en 110 m lang adkomst som en direkte forlengelse av Storgata i Gjøvik sentrum. Hallen får en bredde på 60 m, en lengde på 90 m og en største høyde på 25 m. Tilsammen inkludert alle tilføselstunneler skal det tas ut ca. 130 000 m^3 fast masse.

Med sine dimensjoner blir hallen desidert verdens største i sitt slag. Største spenn som hittil er registrert i denne type "menneskebygde" haller er 35 m. Større spenn enn 60 m finner vi i mange gruver også i Scandinavia og i grotter. Her kan spennet komme opp i 2-300 m. I løpet av de siste 50 år er maksimalt "tillatte" spenn økt fra 10-12 m til vi i dag snakker om et spenn i berghallen på Gjøvik på 60 m. Økningen vi nå snakker om fra 35 til 60 m representerer et formidabelt kvantesprang.

Hallen skal ha sitteplasser for ca. 5000 tilskuere (tall mellom 4600 og 6000 er fortsatt under vurdering). I tillegg skal hallen romme garderober, restauranter, sanitæranlegg og diverse rom for tekniske installasjoner. På grunn av TV-overføringene er det stilt spesielle krav når det gjelder kameraplasseringer og lyssetting.

Ishallen er kostnadsberegnet til 123 mill NOK ekskl. avgifter, men inklusive prisstigning og renter i byggetiden. OL-arrangørene i Lillehammer går inn med 91 mill NOK svarende til det beløp et daganlegg var antatt å ville koste. Tilleggsinvesteringen dekkes av bidrag fra industri og næringsliv, sivilforsvaret og Gjøvik kommune selv. I tillegg er det innkalkulert i investeringsbudsjettet ca 6,5 mill NOK som er kapitalisert verdi av innsparte driftskostnader i forhold til tilsvarende i en konvensjonell hall.

© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare

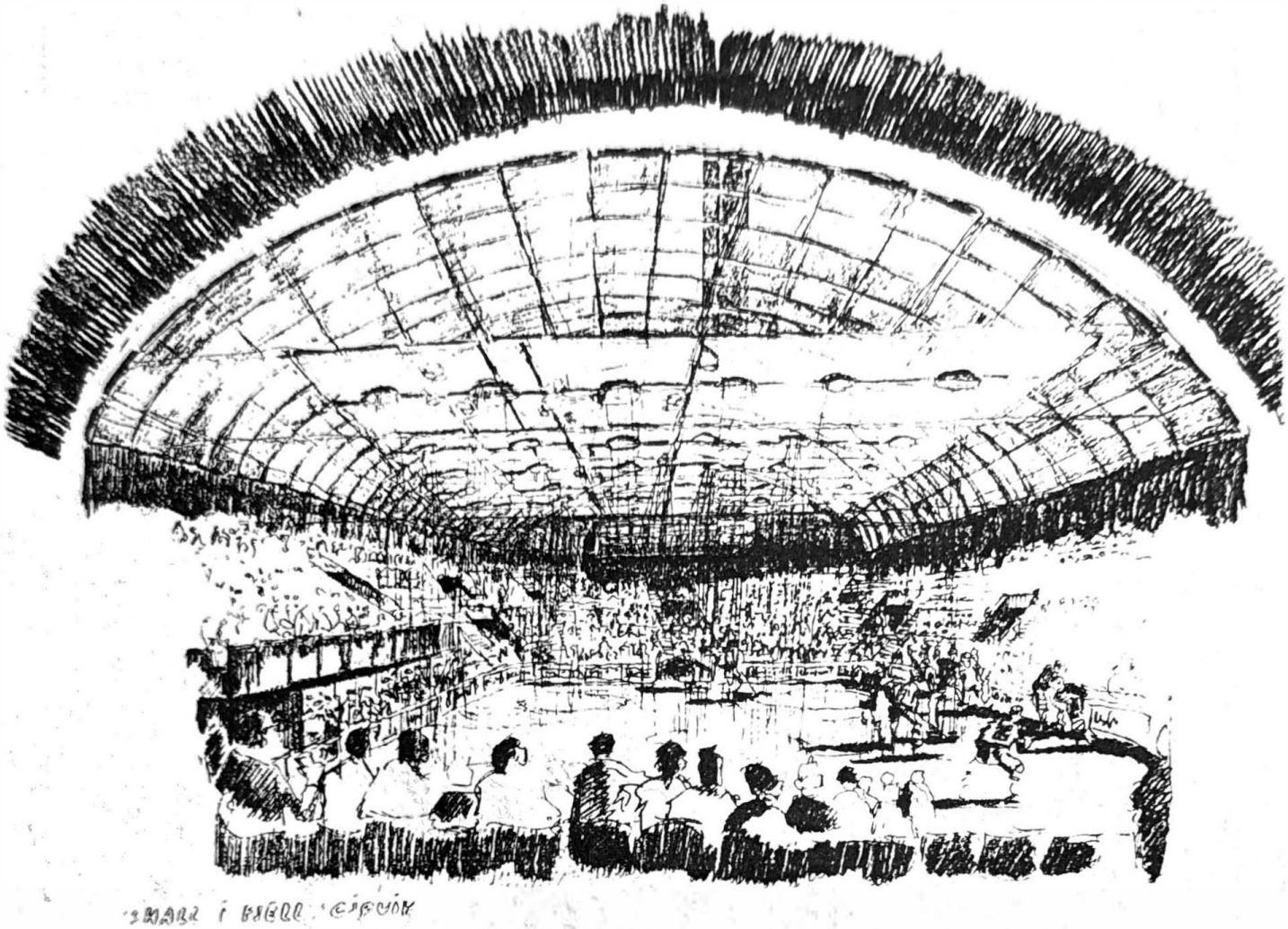


Figur 1: Ishallen på Gjøvik. (Moe-Levorsen)

Prisen på en konvensjonell hall på bakken er fremkommet som et resultat av en åpen anbudsinnbydelse. De gunstigste tilbudene anga en pris på ca 80 mill NOK ekskl. avgifter men inkl. prisstigning og renter. Ut fra disse tallene synes berghallen å bli ca. 40 % dyrere enn et vanlig ishallbygg på bakken. Byggkostnadene alene er ca 100 % høyere for en berghall.

Prisene på de to alternativene er fremkommet under ulike konkurranseforhold samtidig som prestisjen ved å få bygge et OL-anlegg kan ha påvirket tilbudene ulikt. En kan derfor ikke ut fra disse tallene med absolutt sikkerhet bestemme merkostnadene ved å bygge i berg sammenholdt med et konvensjonelt anlegg. Som

© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare



Figur 2: Tenkt interiør fra ishallen. (Moe-Levorsen)

et grovt anslag kan det antydes en merkostnad på 30-50 %. I beregningene er det ikke lagt inn tomte-priser. Dersom det gjøres vil det selvfølgelig trekke i favør av anlegg i berg.

Byggestart for hallen var 1. mars i år, og hallen beregnes å stå ferdig i august 1993, dvs et halvt år før OL i 1994. Det er etablert et eget selskap, Gjøvik Ishall A/S, der kommunen har en andel på 70 % og OL Lillehammer 30 %. Selskapet står som byggherre og som byggherre trekker de på teknisk assistanse fra Lillehammer OL Anlegg (LOA).

Forundersøkelser

Byggegruppen utførte i prosjekteringsfasen en rekke forundersøkelser, dels for å fastslå om prosjektet var gjennomførbart og dels for å gi designkriterier.

© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Undersøkelsene konkluderte med at prosjektet var gjennomførbart med de krav til sikkerhet og pålitelighet som et slikt prosjekt krevde. Nedenfor gjennomgås kort de viktigste momentene fra disse undersøkelsene.

Bergmekaniske forhold

Berghallen vil få en fjelloverdekning på fra 25 til 50 m. Bergarten er gneis av prekambrisk alder. Massivet har ingen større knusningssoner og sprekkene som er fri for leirmineraler viser et varierende retningsmønster.

I et samarbeid mellom NGI, SINTEF og Noteby er det foretatt en rekke feltmessige målinger i borhull fra dagen og fra de tilstøtende bergrommene. Bergspenningene i området er målt ved hjelp av hydraulist splitting og triaksial spenningsmåling ved overboring i horisontale borhull. Den minste hovedspenningen er vertikal og beregnet til 1,2 MPa i 45 m dybde, mens midlere og største hovedspenning på samme dyp er beregnet til henholdsvis 2,0 og 3,5 MPa.

For den bergmekaniske modellering av hallen er det benyttet ulike numeriske analyseprogrammer. For denne analysen er det foretatt en rekke parameterbestemmelser: E-modul, sprekkeruhet, sprekkegeometri. Beregningene viste bl.a. at største forventede deformasjon ved en spennvidde på 60 m er 4 mm. Deformasjonen må betraktes som liten når vi tar den store spennvidden i betraktning.

Bergmassen omkring hallen er også undersøkt ved hjelp av seismisk tomografi. En hydrofonkabel ble plassert i ett borhull og seismiske bølger ble generert i nabolullet med seismiske tennere som kilde. Analysen av bølgeforplantningen ga et tredimensjonalt bilde av lydhastigheten i bergmassen rundt hallen. Under ellers like forhold vil det være korrelasjon mellom sprekkefrekvens og lydhastighet. Målingene viser at hallen ligger i et område med de høyeste verdier for lydhastighet hvilket skulle indikere lav sprekkefrekvens. Målingene er utført av NGI.

Undersøkelsene konkluderer med at de ingeniørgeologiske og bergmekaniske forhold i den aktuelle bergmasse er gunstig for bygging av verdens største sportshall. Hvelvet vil bli sikret med bolter og lange fjellankere og i tillegg forsterket med fiberarmert sprøytebetong.

© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Brannsikring

Hovedadkomsten til berghallen er gjennom en 110 m lang stoll med åtte meters bredde. I tillegg vil det finnes tre andre utganger som kan benyttes ved rømming av hallen i tilfelle brann. Friskluft tilføres hallen gjennom hovedadkomsten, mens luftavsuget går gjennom tre luftesjekter over hallen. I tilfelle brann evakueres publikum gjennom vestibylen som omslutter hele arenaen. Rømningsveiene og vestibylen holdes røkfrie ved at ventilasjonsluften blåses gjennom disse områdene.

Brannsikringen er nøye vurdert av Norges Brannteknis-ke Laboratorier ved SINTEF. En rapport slår fast at dersom de foreskrevne tiltak følges, vil en sportshall i berg være like brannteknisk sikker som en konvensjonell hall. I Norge finnes det ingen forskrifter for hvordan brannsikringen i berghaller skal være. Forskriftene for konvensjonelle bygg er lagt til grunn for vurderingen av brannsikringen i Gjøvikhallen og i tillegg har en lagt inn de forhold som er spesielle for en berghall, - lang adkomst og begrenset antall rømningsveier.

Terrorsikring

Spesielt i forbindelse med et OL-arrangement må det vurderes hvilke konsekvenser en eventuell terrorhandling vil få for publikum. Uten her å gå i detaljer slår en SINTEF-rapport fast at en berghall er lettere å terrorsikre enn en konvensjonell hall på bakken. På grunn av forholdene i og rundt en berghall vil det være mere nærliggende for eventuelle terrorister å velge andre mål enn berghallen.

Rapporten vurderer også sannsynligheten for at det skal oppstå panikk blant publikum ved brann eller terrorhandlinger. Med den sikring som er lagt inn i anlegget mener en at risikoen for at det skal oppstå panikk og at den skal føre til ulykker er minimal.

Forskningsprogram

Byggingen av ishallen på Gjøvik gir forskningsmiljøene en unik anledning til å etablere forskningsprosjekter som tar opp problemstillinger som er relevante for denne type haller. Tidligere forskning og forundersøkelser har vist at prosjektet er realiserbart. Som en prototyp gir hallen muligheter for måling og registrering av ulike parametre som igjen gir grunnlag for oppdatering av beregningsmodeller. Vi

© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare

kan utarbeide retningslinjer og normer for hvordan slike anlegg i fremtiden skal prosjekteres og designes. Det gjelder for bergmekaniske forhold så vel som for forhold knyttet til brannsikring, energiøkonomisering, massepsykologi etc.

I et samarbeide mellom flere enheter i SINTEF, NGI og Østlandsforskning har vi utarbeidet et forskningsprogram som spenner over et vidt fagspekter. Listen nedenfor gir et inntrykk av hva programmet omfatter.

Bergmekaniske emner

- Bergmekaniske målinger for å verifisere numeriske modeller og for kontroll og dokumentasjon av stabilitet
- Evaluering av sikringsmetoder
- Oppfølging av ingeniørgeologiske feltmetoder
- Geofysiske målinger
- Numeriske analyser
- Sprengnings- og vibrasjonskontroll

Energi og branntekniske forhold

- Kvalitetssikring av energi- og klimaanlegg
- Utvikling, verifikasjon og dokumentasjon av simulerings modeller for varmeakkumulering, effekt- og energibehov
- Optimale energiløsninger for publikumshaller i berg
- Personsikkerhet ved brann i publikumshaller i berg

Ikke-tekniske problemstillinger

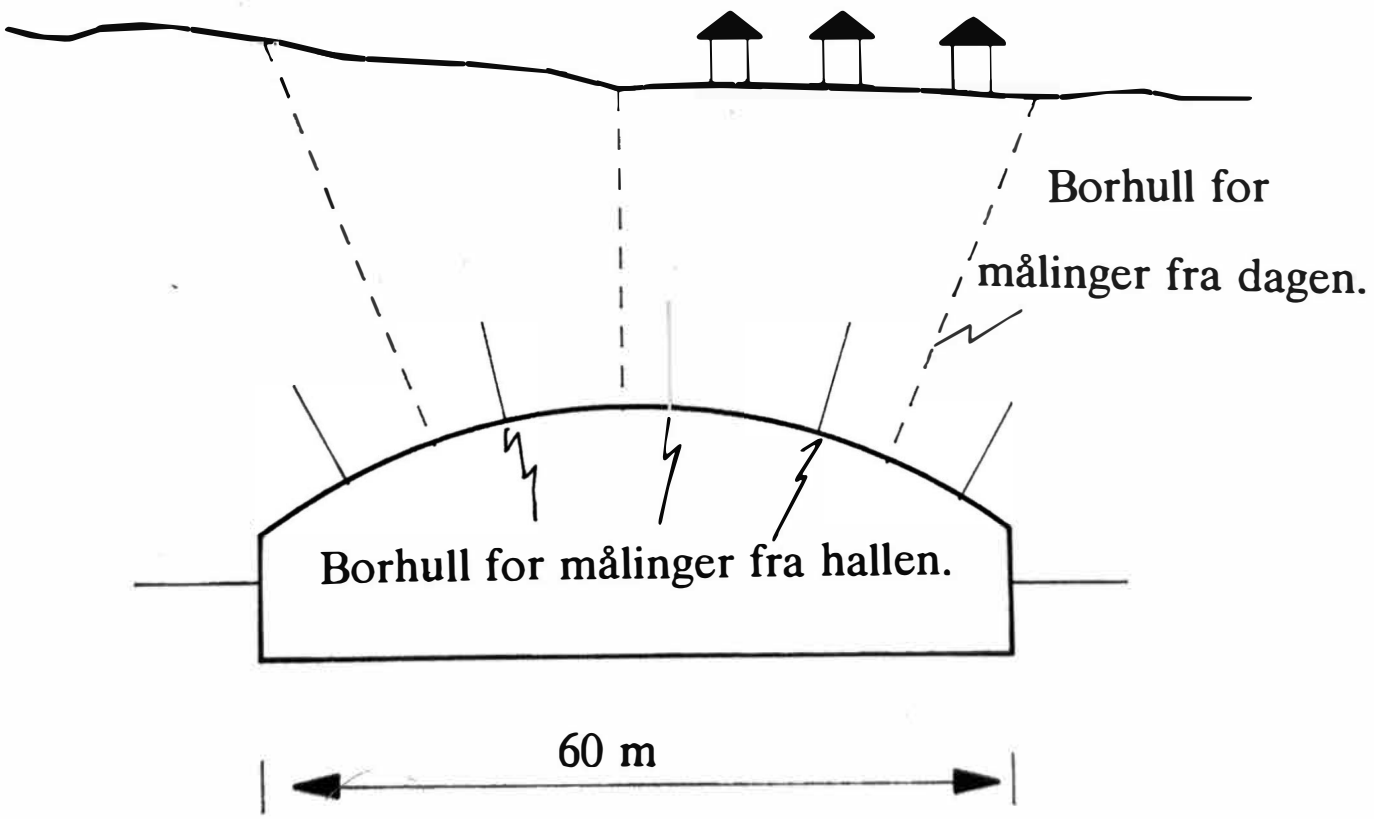
- Masse- og individualpsykologiske problemstillinger
- Utvikling av designkriterier og modeller for sikkerhet og beredskap
- Revisjon av miljøforskrifter for publikumsanlegg i berg
- Oppfølging av sikringstiltakene under drift av hallen

Forskningsprogrammet er kostnadsberegnet til ca 14 mill NOK fordelt over fire til fem år. I tillegg skal forskningsprogrammet bidra med 11 mill NOK til etablering av "prototypen", dvs til bygging av selve hallen. Hele forskningspakken lyder derved på 25 mill NOK. Totalprosjektet tenkes finansiert med midler fra NTNF (ekv. STU), industri og næringsliv og fra instituttene selv. I skrivende stund er andelen fra industri og næringsliv på 11 mill NOK ennå ikke fulltegnet. Jeg oppfordrer derfor alle som ser muligheten programmet gir for egen kompetanseutvikling og egen eksponering i markedet til å melde seg på med bidrag.

© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Forskningsprogrammet blir styrt av en såkalt brukergruppe der alle som bidrar til finansieringen er representert. En prosjektgruppe bestående av representanter for de samarbeidende institutter er ansvarlig for selve gjennomføringen av forskningen.

Selve byggeprosjektet og forskningen som vi knytter opp til det gir Norge, og for den del hele Norden, en unik anledning til å eksponere sin bergtekniske kompetanse internasjonalt. Det er allerede avsatt betydelige midler for utarbeidelse av dokumentasjonsmateriale og for markedsføring av den teknologi som ishallen representerer. For den enkelte bedrift som enten direkte deltar i byggingen av ishallen eller som bidrar til forskningsprogrammet, vil hallen være et referanseanlegg som kan utnyttes i egen markedsføring.



Figur 3: Profil av hallen i forhold til dagoverflaten.

© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Gjøviks storstue

Ishallen, som naturlig kan kalles "Dovregubbens hall", blir Gjøviks storstue. Som et unikt byggverk i forlengelsen av byens Storgate vil ishallen trekke til seg mange ulike arrangementer både sommer og vinter. Her kan det holdes konserter, konferanser, utstillinger og mange typer av idrettsstevner - tennis, håndball, curling, ishocky, innendørs friidrett og fotball m.m. For oss bygningsfolk og forskere innen faget vil ishallen bli et referanseanlegg som vil vise verden hvilke muligheter som ligger i å utnytte undergrunnen.