© 2001 Svenska Bergteknikföreningen och författare

BP NINGBO HUADONG LPG BULK BREAK TERMINAL, DAXIE DAO, CHINA

Gunnar Harryson, Linus Levinson, NCC International AB

Inledning

BP Ningbo Huadong LPG Co. Ltd är ett joint venture bolag mellan ett Kinesiskt bolag, Ningbo Huadong LPG Company som innehar 7% av aktierna och det multinationella oljebolaget BP Amoco som äger 93% av J/V-bolaget.
J/V parterna har lagt upp en strategi för utveckling av en affärsplan för försäljning av LPG i Kina vilken inkluderar utbyggnad av en LPG Terminal på Daxie Dao, en ö med fastlandsförbindelse, 50 km från staden Ningbo i Zhejiang provinsen i Kina. Ningbo ligger c:a 200 km söder om Shanghai. Terminalen kommer att ha en kapacitet av en miljon ton per år.
NCC International i konsortium med Chiyoda Corporation, Japan erhöll i början av mars, 2000 ett EPC kontrakt för utbyggnad av en nyckelfärdig terminalanläggning på Daxie Dao i Kina.
Kontraktssumman är c:a 60 miljoner USD varav NCC´s del är c:a 35%.
Projekteringen görs av NCC Teknik och Geostock i samverkan.
NCC har kontrakterat en lokal underentreprenör för att utföra undermarksarbetena, "The Sixth Engineering Bureau of Waterconservancy and Hydropower, China även kallad B6. B6 är hemmahörande i Dandong i Norra Kina på gränsen mot Nord Korea. B6 har erfarenhet av samarbete med internationella entreprenörer från andra projekt i Kina. Man har också viss erfarenhet från utlandsprojekt i Nepal och Iran. En stor del av dess ledande personal talar engelska vilket naturligtvis underlättar vårt samarbete.

Projektets omfattning och tidplan

Projektet omfattar två olika bergrumslager för lagring av propan respektive butan, med en lagringsvolym om 250 000 m3 vardera.
Två kajer skall också byggas, en för mottagning av fartyg upp till 50 000 dwt med fryst LPG och den andra för utlastning av gasol på kusttankers mellan 1000 till 5000 dwt.
Utbyggnad och installation av alla ovanjords faciliteter för en komplett fungerande gas terminal ingår också.
Merparten av bergarbetena under jord skall vara färdigställda under juli – augusti i år.
Den färdiga anläggningen skall lämnas över till beställaren i början på juni 2002, vilket sker i samband med att den första LPG leveransen tas emot och pumpas ned i anläggningen.

© 2001 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Bergrumslagren

Butan lagret ligger på 60 m djup räknat från grundvattenytan till hjässan i bergrummen och består av två parallella bergrum med 20 m spännvidd och 22m höjd. Access rampen ligger centralt och är c:a 60 m2.
Propanlagret ligger på 120 m djup med tre parallella bergrum varav ett är utformat som ramp ned till pall nivåerna och bergrummens botten nivå.
Vertikalschakten är 70 respektive 130 meter djupa, cirkulära, med fyra meters diameter mätt från markytan ned till bergrummens hjässa.
Tjugu meter över hjässan på bergrummen ligger ett system av vattenridå tunnlar med både horisontella och vertikala borrhål för att säkerställa grundvattenytan både under utbyggnadsskedet och senare under det permanenta driftskedet.
Vattenreserv och pumpsump ligger i schaktens förlängning ned till 15 m under bergrummens golvnivå.
Transporttunneln är c:a 1 km lång ned till propan lagret med 10-12% stigning. Arean är 45 m2.

Geologi

Berggrunden är av vulkanisk eller vulkanisk sedimentär ursprung. Berget är ur bergbyggnadssynpunkt av mycket god till god kvalité. Kraftigt vattenförande sprickor förekommer men i begränsad omfattning. Generellt sett är berget förhållandevis tätt. Så här långt har endast ett begränsat antal injekteringar varit nödvändiga.
De vanligast förekommande bergarterna är:
Cinerite – en finkornig mörk grå till svart, bandad bergart, vanligen utan eller med sparsamma inslag av grova element.
Sammansmält Tuff – en finkornig grå bergart innehållande konglomerat av varierande färg.
Grov sammansmält Tuff – uppbyggd till stor del av centimeterstora element av varierande färg s.k. vulkanisk breccia.

Design

Beställaren hade anlitat Geostock, Frankrike för att göra "Feasibility study" och anbudshandlingar för projektet. Geostock är även konsult till byggherren under urbyggnadsskedet.
Med tanke på den mycket goda bergkvalitén fann vi under anbudsskedet Geostock's design onödigt konservativ, varför vi lät NCC Teknik i Göteborg utarbeta en alternativ design baserad på Skandinavisk bergbyggnadsteknik. Det blev ett mycket konkurrenskraftigt alternativ som bidrog till att NCC/Chiyoda erhöll kontraktet. Geostock hade äggformat tvärsnitt på bergrummen och en relativt liten tvärsnittsarea. Vårt förslag med större bergrum ger mindre vägg och takyta i förhållande till volymen och följaktligen lägre förstärkningsmängder, kortare vattenridåtunnlar och mindre borrning för vattenridån.
Fem bergförstärkningsklasser infördes istället för tre i Geostock's handlingar. Mer selektiva förstärkningsåtgärder ger en lägre total förstärkningsmängd och d:o kostnad. NCC Teknik's designförslag har även gjort en kortare tidplan möjlig.

© 2001 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Schakt sänkning

Schakten har drivits som sänkschakt ned till bergrummens taknivå. Borrning och lastning har skett för hand. Ett speciellt utrustat torn försett med block och wires från ett gruvspel avsett för bergbasken och två gruvspel utrustade för simultandrift lyfter arbetsplattformen upp och ned samt ett litet spel som hanterar bergslasen så att den kan vikas undan när bergbasken kommer upp. Hela anläggningen är utrustad enligt Kinesiska bestämmelser och säkerställer att man alltid är under skyddstak nere i schaktet. Vi är imponerade över hur effektivt vi lyckats driva schaktsänkningen. Vi har haft en indrift på ungefär 1 m/dygn i medeltal
inklusive förstärkningsarbeten. Schakten har förstärkts med minimum 7 cm nätarmerad sprutbetong.

Ventilation

Kraven på en god ventilation är stora vid den här typen av anläggningar.
Transporttunneln som sprängts ut i en tidigare entreprenad är tyvärr i minsta laget för att inrymma de fyra nödvändiga ventilationstuberna. Två tuber med diameter 1600 mm till butan lagret och två 1800 mm tuber till propan lagret är vad vi funnit nödvändigt för att erhålla en tillfredställande ventilation i anläggningen under bergsprängningsskedet. Relativt högt tryck och hög lufthastighet i tuberna har blivit nödvändig eftersom arean måste hållas nere av utrymmesskäl.
Två 1600 mm fläktar om tre gånger 135 kW och två 1800 mm fläktar om två gånger 355 kW försörjer anläggningen med frisk luft. Ventilationen styrs med hjälp av elektronik som medger en steglös reglering av luftflödet. Luftflödet kan även styras mellan de olika bergrummen med hjälp av ett antal spjäll.

Borrutrustning

En Tamrock 205 E tvåboms tunnelrig har använts för borrning i vattenridåtunnlarna. Delvis har även handhållen borrning utförts. De handhållna fronterna gick nästan lika fort som fronterna borrade med tvåboms riggen.
I de stora bergrummen har vi en Atlas Copco H175 treboms rig och en dito Atlas Copco 353. Båda riggarna är försedda med riktinstrument för vertikalvinkeln för att underlätta att hålla takkonturen inom toleranserna.

För pallborrningen kommer vi att använda två Tamroc Ranger 500. Horisontell borrning är föreskriven mot konturen i väggarna. Det betyder en liggar stross på varje sida i bergrummen borrad med tunnelriggarna.

© 2001 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Vatten ridå

Från vattenridå tunnlarna som är c:a 14 m2 har vi borrat nära 11000 m huvudsakligen horisontella hål för trycksättning med vatten i syfte att kontrollera grundvattenytan. Borrningen har utförts med två Atlas Copco Diamec utrustade för sänkhammar borrning. Hålen har borrats med en diameter 105 – 115 mm. Genomsnittlig hållängd har varit 70 – 80 m. Varje maskin har borrat ett hål per dag. Efter borrning utförs "injection/fall off" tester för att kontrollera hålets funktion. Därefter lämnas hålet trycksatt. Genom reglering av tryck och flöde kan grundvattenytan balanseras till föreskriven nivå.

Lastning och transport

Utlastningen i vattenridåtunnlarna sker med hjälp av en TORO 501 D enligt lasta bär principen.
I bergrummen har vi två Broyt X43 ED utrustade för eldrift alternativt dieseldrift. Beställarens miljökrav var ett av skälen till att vi valde möjlighet till eldriven lastning. För transport av berget har vi köpt in tolv 35-tons KIRUNA truckar. Alla truckar är utrustade med sotfilter och katalysator. Det är mellan 1,5-2 km till tippen och varje truck kommer att behöva drygt en halv timma för en cykel.
Merparten av vägbanan i transporttunneln och inom arbetsplatsen är betongbelagd för att spara fordonen och ge möjlighet till en högre hastighet.

Volymbestämning

Beställaren har köpt två gånger 250 000 m3 lagringsvolym. Det betyder att även överberget inom nivåerna för gaslagring kan räknas in i den levererade volymen. För att kunna beräkna schaktad volym så noggrant som möjligt sektioneras bergrummen kontinuerligt efter det att sprutbetongarbetena har färdigställts. Sektioner mäts för varje längdmeter av utfört bergrum, på så sätt kan vi med god säkerhet beräkna överbergsprocenten och förutbestämma hur långt vi skall gå i respektive bergrum.

Summering

Detta är NCC,s första projekt i Kina. Förutom att krångla sig genom byråkratin för att etablera sig i Kina, har den största utmaningen varit, att samverka med vår lokala underentreprenör på ett effektivt sätt. Språk och kultur barriärerna är hinder som ej får underskattas och som måste övervinnas. En viss ödmjukhet och lyhördhet är nödvändig för att lyckas. Ett stort stycke tålamod bör också ingå i bagaget för att nå framgång. Så här långt tror jag att vi är på god väg.