

Borrad spont vid kärnkraftreaktor

Utbyggnad och uppgradering av reaktorskyddssystem på Ringhals kraftstation block 1 utförs under 2005 - 2007. En ny byggnad skall byggas intill reaktorbyggnad 1 och filterbyggnad 1. Bygget kräver en permanent spont mot en befintlig, närbelägen byggnad ca 3 m från spanten. Den närbelägna byggnaden är mycket viktig ur säkerhetssynpunkt och får inte riskeras. Säkerhetskraven har därför varit rigorösa. De förutsatta lasteffekterna omfattar bl a jordbävningens inverkan. Som spontlösning valdes efter ingående utredningar en bakåtförankrad borrad rörspons. I artikeln redogörs för konstruktion, utförande och kontroll för spontkonstruktionen.

Författare är

Tekn dr Håkan Bredenberg, Bredenberg Teknik, Stockholm

Tekn lic Magnus Leander, SwedPower, Ludvika

Civ ing Mathias Thorson, Reinertsen Sverige AB, Göteborg

Inledning

Ringhals kärnkraftverk har kapacitet att producera el i många år framöver och står sig som ett säkert och miljövänligt alternativ till många andra energikällor. För att uppfylla dagens krav måste en del system uppgraderas för fortsatt drift. För Ringhals 1 innebär detta bl a behov av flera nya byggnader. En av de nya byggnaderna är en betongbyggnad i 4 våningar och källare på ca 1000m² innehållandes i huvudsak el-utrustning för att komplettera reaktorskyddssystemet. Den nya byggnadens källargolv ligger ca 6 m under markytan. Avståndet till närmsta byggnad, en befintlig filteranläggning, är endast ca 3 m.

Borrad rörspons

För att utföra den nya byggnaden krävdes en spont mot reaktorbyggnaden och filterbyggnaden. Spanten har bestämts utföras permanent för att minska sidtrycken mot den nya byggnadens källarvägg.

Säkerhetskraven på spontkonstruktionen är givetvis rigorösa. Konsekvenserna av ett brott i någon konstruktionsdel kan bli katastrofala. Även om en reaktorolycka knappast kan uppstå så kan ett spontras med stor sannolikhet leda till att fortsatt drift för den närbelägna reaktorn ifrågasätts. Detta kan givetvis innebära enorma ekonomiska förluster.

Efter ingående studium av olika alternativ för spontkonstruktionen valde beställaren slutligen en borrad rörspons som den säkraste och mest beprövade lösningen för aktuella förhållanden.

Konstruktionsarbetet utfördes av Bredenberg Teknik, SwedPower AB och Reinertsen Sverige AB. Sistnämnda part svarade även för konstruktion av byggnaden. Beräkningar, ritningar och beskrivningar har granskats och godkänts av Ramböll Sverige AB. Beställare är Vattenfall. Entreprenör för bygget är Anjobygg AB. Borrningsarbetena har utförts av Berg & Grundsäkring AB. En vy över arbetsplatsen visas i figur 1.

Grundförhållanden, befintlig grundläggning

Marken består av packad sprängstensfyllning på ett tunt lager morän. Detta vilar på berg. Fyllningen innehåller både stora stenar och block. Djupet till bergytan är ca 6 m. Berget består av en horisontellt förskiffrad gnejs. Bergschakt kan bitvis utföras med grävare. Bergmassan är dessutom uppsprucken i närheten av tidigare utförda bergschakt. Grundvattenytan ligger strax under schaktbotten.

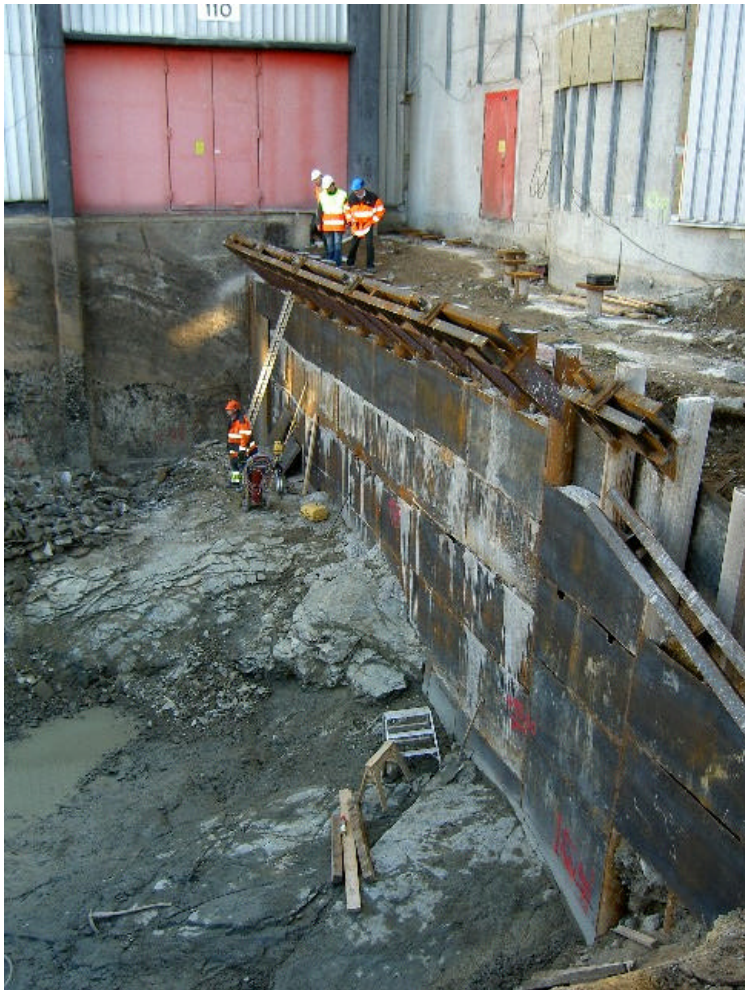


Fig 1. Vy över arbetsplatsen, Ringhals

Den befintliga filterbyggnaden är grundlagd på en hel bottenplatta nära markytan. Som konstruktionskrav gällde att godtagbar sättning fick bli högst 5 mm. Ett mycket strängt krav, med tanke på att avståndet till sponten var endast ca 3 m, att schakten var ca 6 m djup och att bergstag skulle utföras in under byggnaden.

Spontkonstruktion

Principerna för konstruktionen framgår av figur 2. Spontväggen består av stålrör, dimension 273 mm, godstjocklek 10 mm, stålsort S440 J2H. Nedtill på varje rör finns en s k ringborrkrona monterad, se fig 3. Denna borrhkrona kvarlämnas.

Rören är placerade med det inbördes avståndet 1.0 m. Mellanrummet mellan rören är tätat genom att 5 mm plåt i takt med schaktarbetet successivt svetsas till rören.

Rörens böjstyvhet har ökats genom ingjutning av stålbalk, profil HEB 120, stålsort S275 J2G3. Betongkvalitet är C40, vct =0.45. Rören borrar in 1.0 m i berg. På så sätt erhålls sidostöd vid underkanten av spontväggen. Upptill stöttas väggen av lutande, bergförankrade dragstag. Stagen utgörs av 7 linor av fabrikat VSL/SUPA, diameter 15.7 mm. Varje stag har provdragits till 1260 kN. Stagen borrhades in under den närbelägna filterbyggnaden och förankrades i berget under denna.

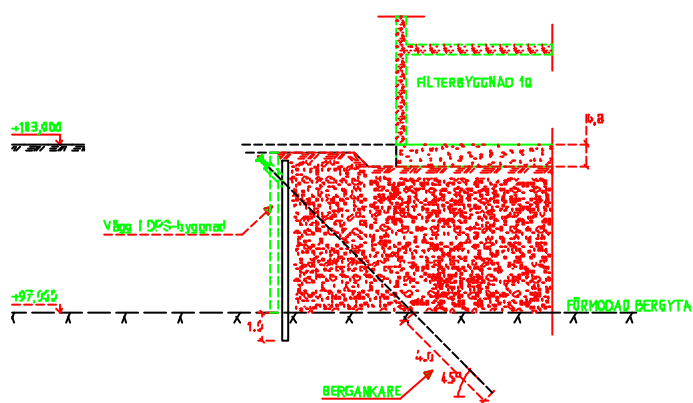
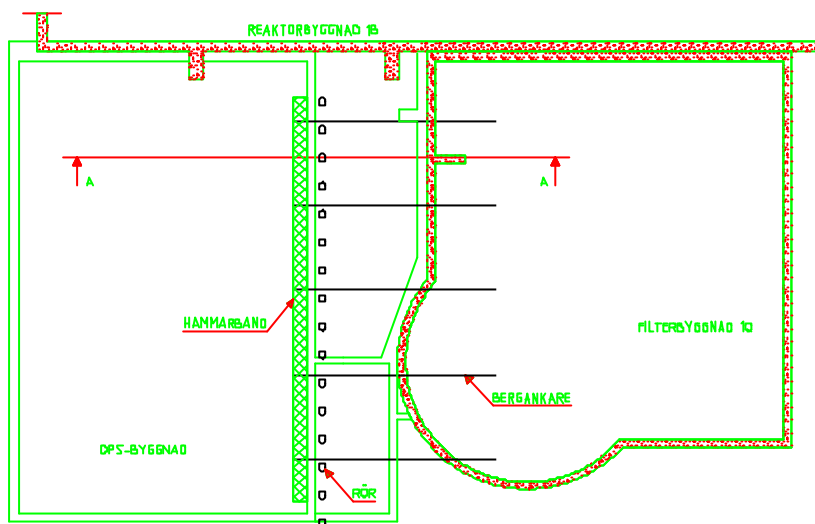


Fig 2. Spontkonstruktionen, plan och sektion



Fig 3 Ringborrkrona som monteras vid rörspetsen.

Den horisontella reaktionen från jorden överförs till stagen via två U-balkar, dimension U400. Balkarna är upplagda på triangulära plåtkonsoler som svetsas till rören. Stagen är försedda

med s k dubbelt korrosionsskydd, eftersom spontkonstruktionen är permanent, som nämnts ovan. För oskyddat stål mot jord har förutsatts avrostningen 2 mm under den dimensionerande livslängden 100 år.

Dimensioneringsförutsättningar

Säkerhetsklassen föreskrevs till klass 3. Vidare valdes geoteknisk klass GK3, varvid Ramböll Sverige AB även svarade för rollen som oberoende sakkunnig.

Belastningen på markytan av den intilliggande byggnaden är ca 350 kN/m², d v s en mycket stor belastning. Till det sidotryck denna genererar tillkommer jordtryck av jordens tunghet. Genom försiktiga av såväl karakteristiska materialegenskaper som partialkoefficienter blev sidotrycket för brottgränstillståndet mycket stort.

En för sponter ovanlig lastförutsättning utgjordes av lastfallet jordbävning. Omfattande utredningsarbete för den nya byggnaden har utförts med syftet att beräkna inverkan av jordbävning på konstruktionerna. För spontens del blev resultatet att i brottgränstillstånd beräknade krafter och moment ökades 26 %.

I brottgränstillståndet antas tvärsnittets kapacitet motsvara att tvärsnittet är helt genomplasticerat, se figur 4. Eurocode 4, samverkankonstruktioner stål-betong ref [1], anger regler för dimensionering av kompositkonstruktioner av stål och betong.

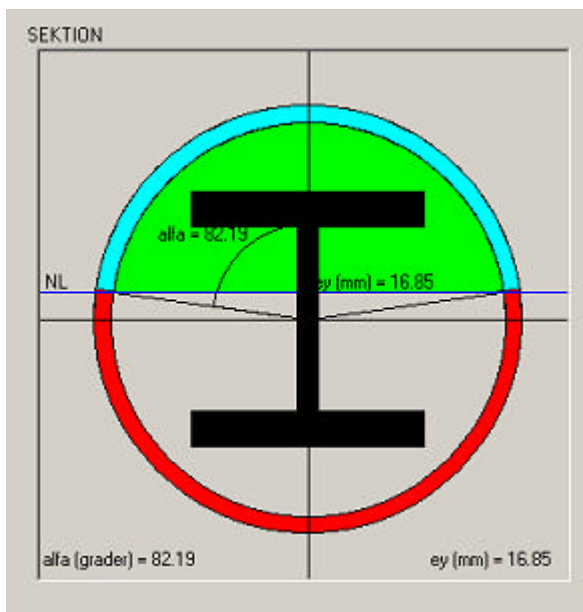


Fig 4. Plasticerat tvärsnitt, brottgränstillstånd

Vid ren momentbelastning balanseras momentet av maximala krafter i dragna delar av rör och balk samt för tryckta delar av rör, balk och betong. Detta antagande ger resultat som stämmer bra med utförda böjprovningar av denna typ av konstruktionselement. I gränssytorna mellan delarna krävs skjuvkrafter. Dessa har en fördelning som inte är i överensstämmelse med allmänt förekommande föreskrifter, exempelvis Vägverkets Bronorm. Det går dock att visa att de skjuvkrafter som krävs i allmänhet kan påräknas vid de dimensioner som är aktuella vid borrade rör för pålar och sponter, se ref [2].

Arbetsgång

Arbetena inleddes med en noggrann besiktning av intilliggande byggnader och anläggningar. Liksom inom andra industriområden finns här ett flertal ledningar och andra objekt som skulle ha kunnat påverkas av arbetena. Särskild uppmärksamhet ägnades givetvis åt den närbelägna inneslutningen av reaktorn och filterbyggnaden omedelbart bakom sponten.

Dubbar för uppmätning av rörelser samt vibrationsmätare monterades innan arbetena påbörjades.

Efter avplaning av arbetsytan utfördes borrhingsarbetet. Sänkborrhammare och vattenspolning tillämpades. Varje rör rakhetskontrollerades före ingjutning av HEB-balken.

Betongfyllning av rören skedde genom slag som mynnade vid rörets botten. Betong pumpades tills ren betong nådde röröverkanten. Pumpningen avbröts då och gjutyten observerades. Om den inte sjönk mer än ca 5 mm under 15 minuter drogs slutsatsen att betong ej läckte ut ur röret, varefter stålbalken monterades inne i röret. På detta sätt säkerställdes att hela stålbalken göts in. Minst 5 dygn krävdes sedan innan schaktning fick påbörjas.

Sedan alla rör installerats utfördes schakt ned till nivån för dragstagen. Den undre av U-balkarna monterades som stöd för borrhiningen av stagen.

Dessa installerades med samma maskinutrustning som användes för rören. Borrhining av foderrör ned till bergytan utfördes i lutning 1:1. Därefter utfördes 90 mm bergborrhål till 4 m längd. Efter betongfyllning monterades dragstaget med anbringat korrosionsskydd. Utöver den del där linorna göts in i berg så löpte linorna i plastinneslutningar så att spännkraften, som med domkraft påfördes vid stagens infästning i U-balkarna, fördes ned till ingjutningszonen i berget.

Schaktningen fortsattes sedan i etapper om ca 2 m schaktdjup. Innan nästa etapp påbörjades så tätades mellanrummen mellan rören genom att 5 mm tjock plåt svetsades till rören. Sprängstensfyllningen genom vilken rören borrhades visade inga tendenser till att rasa ut i öppningarna mellan rören. Rörrens avstånd hade valts med hänsyn till fyllningens sammansättning. Schaktningsarbetet fortsattes på detta sätt i etapper tills bergytan nåddes. Djupet motsvarade ca 6 m under ursprunglig markyta.

Kontrollåtgärder

Som nämnts ovan monterades dubbar för sättningsmätning och vibrationsmätare omkring spontningsområdet. För den närlägnade filterbyggnaden blev den största uppmätta sjunkningen 2 mm.

Jämfört med det värde som brukar antas inträffa enligt Sponthandboken [3] bakom sponter, nämligen ca 1.5 %, d v s ca 90 mm, är det uppmätta värdet mycket lågt. Beställaren hade här föreskrivit gränsvärdet 5 mm. Större rörelse bedömdes den befintliga filterbyggnaden inte klara utan att skador kunde uppkomma.

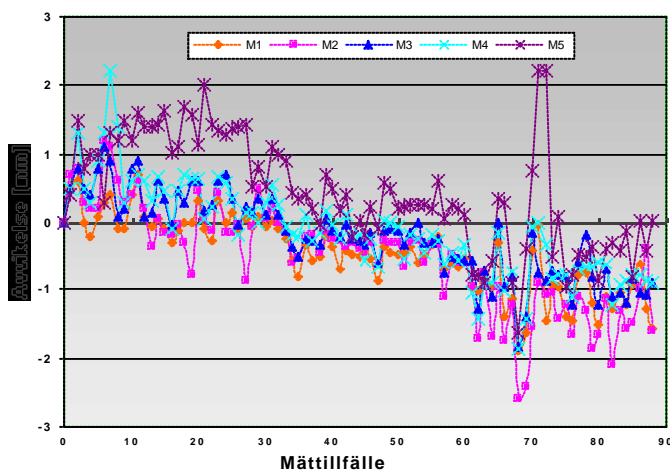


Fig 5. Sättningsmätningar intill sponten

De uppmätta vibrationerna översteg aldrig 7mm/s (max vertikal hastighet), även det ett mycket lågt värde.

Sammanfattning

Utförandet av en spont i kärnkraftmiljö ställde maximala krav på säkerhet samt hård begränsning av omgivningspåverkan. För att uppfylla ställda krav valdes en borrspont som förankrades med dragstag till berg.

Vid utförandet visade mätningar att ställda krav uppfylldes. Därtill kunde tids- och kostnadsplaner för den förutsatta spontkonstruktionen hållas, trots att jordmaterialet i vilket sponten installerades innehöll både block och sten.

Referenser

[1] prEN 1994-1-1, Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures. Part 1-1: General rules and rules for buildings. Final draft, CEN 2002

[2] Leskelä, M. V., Composite Behaviour in Columns of Concrete-Filled Steel Hollow Sections. In *Ocelové Konstrukce a Mosty 2003 (Steel Structures and Bridges 2003)*, Ed. J. Studnicka. Czech Technical University in Prague, 2003.

[3] Ryner A., Fredriksyn A., Stille H, "Sponthandboken", Svensk Byggtjänst, Stockholm 1996, sid 81