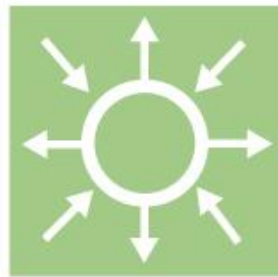
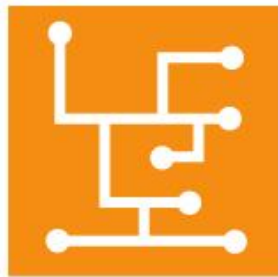




Betongtekniskt program Kärnkraft

Programetapp 2 – 2010–2012



Sammanfattning

Kärnkraften svarar idag för nästan hälften av Sveriges elproduktion (år 2008 61,3 TWh av en total elproduktion på 146 TWh). Att förvalta dessa anläggningar väl och säkerställa livslängden med säker och tillförlitlig drift är av största vikt för såväl kraftindustrin som för samhället som helhet. Kärnkraftverken innehåller omfattande betongkonstruktioner för vilka nya metoder och verktyg måste tas fram för att säkerställa status och i förekommande fall kunna genomföra kvalitetssäkrade reparationer. Under mitten av 2020-talet har de äldsta kärnkraftverken varit idrift i 50 år och kan då, eller möjligen tidigare, behöva ersättas av nya. Verktyg och kunskaper om hur nya betongkonstruktioner ska uppföras på ett effektivt sätt kommer att behövas då.

Mot denna bakgrund startade Elforsk 2007 den första treårsetappen i ett betongtekniskt program finansierat av kärnkraftsverken i Sverige och TVO i Finland samt av Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM.

Föreliggande verksamhetsplan beskriver planerad verksamhet under den kommande treårsetappen 2010-2012. Verksamheten föreslås ha en kontinuitet med föregående programperiod med fortsättning av flera pågående projekt. Programmet föreslås även fortsättningsvis finansieras och styras av intressenterna Vattenfall AB, kärnkraftverken i Ringhals, Forsmark, Oskarshamn, TVO samt Strålsäkerhetsmyndigheten SSM. Vattenfall Research and Development, VRD är tekniskt ansvarig för programmet och Elforsk svarar för administration, uppföljning och resultatspridning.

För den kommande treårsperioden föreslås en budget på 4 MSEK/år eller totalt 12 MSEK för programperioden.

Summary

Almost half of the power production capacity in Sweden is today nuclear power (year 2008 61,3 TWh of 146,3 TWh in total power generation).

A good management of these plants and to secure the remaining life time with reliable and safe operation is most important for the power industry but also for the whole society. New methods and tools must be developed for the large nuclear power plant concrete constructions in order to judge the status and to perform high quality repairs if needed. The oldest reactors in Sweden have been in operation for 50 years around year 2025 and then maybe must be replaced or even earlier. There is then a need for efficient methods and tools to produce and erect new nuclear concrete constructions.

With this background the first three years period of Elforsks Nuclear Concrete Research programme was started in 2007. The programme has been financed by Vattenfall and the nuclear power plants in Sweden, TVO in Finland and Swedish Radiation Safety Authority, SSM.

The research plan for the coming three years period 2010-2012 is described in this document. A sequel to the present programme is proposed with a continuation of on going projects. The organisation of the future programme is proposed to be the same as for the present programme period with financing and control in the steering committee by the stake holders Vattenfall AB, Ringhals, Forsmark, Oskarshamn, TVO and SSM. Vattenfall Research and Development, VRD is technical coordinator of the programme and Elforsk is responsible for administration and dissemination of results.

The budget for the coming three years period is proposed to be 4 MSEK/year and 12 MSEK in total.

Innehåll

1	Introduktion	1
2	Pågående verksamhet	2
3	Mål och strategier	6
4	Projektområden	8
5	Projektorganisation och resultatspridning	11
6	Budget	13
7	Referenser	14

1 Introduktion

Det finns tio kraftproducerande reaktorer på tre platser i Sverige; Forsmark (3), Oskarshamn (3) och Ringhals (4). Sju av dessa är kokarvattenreaktorer medan tre av Ringhals reaktorer är av tryckvattentyp. Åldern på reaktorerna varierar mellan 24-37 år. De äldsta har i mitten av 2020-talet uppnått 50 års livslängd. Om drift är möjlig så länge på ett säkert och tillförlitligt sätt och om reaktorerna kan drivas ytterligare 10 år är komplexa frågor som måste baseras på tekniska och säkerhetsmässiga bedömningar. För att kunna göra dessa bedömningar behövs ökad kompetens baserad på nya metoder och verktyg.

Kompetensförsörjningen till kärnkraftindustrin är mycket viktig på sikt och Elforsk genomförde under januari 2009 ett seminarium kring detta tema (se <http://www.elforsk.se/nyhet/seminarie/nuclear090128/program.pdf>). Viktigt är det att den yngre generationen blir intresserade av branschen så att de kan utbildas och överta uppbyggd kompetens bland dem som successivt går i pension. Gemensamt för kärnkraftbolagen är att det är relativt få personer som arbetar med betongtekniska frågor och att de som har erfarenhet, d.v.s. de som en gång har varit med och konstruerat och byggt anläggningarna, har pensionerats eller är på väg att pensionera sig. Inom kort kommer således deras kunskaper inte längre finnas lätt tillgängliga för dem som tar vid.

Sammantaget gör detta att det finns ett behov av att bygga både kompetens och att utveckla teknikbasen för teknisk förvaltning av byggnader och konstruktioner i befintliga kärnkraftverk. Viktigt är också att kunskaper och verktyg kan byggas upp för att nyttjas vid ersättning av befintliga anläggningar med nya anläggningslösningar, och att också kunna ta hänsyn till resultat från Europeisk och internationell forskning och utveckling inom området. För att bygga upp denna kompetens- och kunskapsbas har föreliggande forskningsprogram tagits fram.

2 Pågående verksamhet

Fortlöpande kvalitetssäkring av kärnteknisk verksamhet fordrar kontinuerligt ny kunskap och en hög kompetensnivå. Då verksamheten fram till för några år sedan i Sverige varit inriktad på en teknisk livslängd för anläggningarna på maximalt 40 år så har inte FoU (forskning och utveckling) med inriktning mot vidmakthållande för en längre teknisk livslängd varit möjlig. Innan Elforsk-programmet startade så bedrevs viss underhållsrelaterad forskning både från myndighetshåll och från kärnkraftföretagen, men det fanns inte någon mer övergripande planering med långsiktig satsning på FoU inom kärnkraftens betonganläggningar.

De tre år av samarbete som har etablerats genom gemensam satsning via Elforsks Betongtekniska program för Kärnkraft bedöms i stor utsträckning ha främjat samarbetet inom ramen för en långsiktig strategi. Programmet har möjliggjort regelbundna möten avsedda för initiering av nya projekt, granskning av pågående projekt samt utväxling av information rörande pågående tillståndsbedömningar och reparationer inom olika kärnkraftsverk. Programmet har också underlättat satsningar på större och mer långsiktiga projekt och även underlättat forskarsamhällets kontakter med kärnkraftsindustrin.

Nedan redovisas en sammanställning över genomförda och pågående projekt under programperioden 2007 - 2009. Några mer långsiktigt inriktade satsningar har påbörjats med möjliga tillämpningar på både reaktorinneslutningarna och kärnkraftverkens kylvattensystem. Publicerade slutrapporter från avslutade projekt finns tillgängliga via programmets hemsida, http://www.elforsk.se/karnkraft/karn_betong.html.

BET- 001 Status för reaktorinneslutningar med cementinjekterade spännkablar, LTH - Doktorandprojekt

Målen med projektet är att utveckla, utvärdera och verifiera metoder för att bestämma status hos cementinjekterade spännkablar i befintliga reaktorinneslutningar. Status på kablarna avser i första hand kvarvarande spännkraft och förekomst eller risk för korrosion på spännstålet.

Status: Projektet löper enligt plan, med avslutning under nästa programperiod 2010-2012.

BET- 002 Uppföljning och dokumentation av åtgärder vid Forsmarks Kärnkraftverk, Vattenfall Research and Development

Målet med projektet är att dokumentera pågående besiktnings- och tillståndsbedömningsarbete samt att dokumentera och jämföra resultatet av olika tillståndsbedömningsmetoder. Svagheter beträffande metoder och verktyg ska belysas för att ta fram underlag för kommande satsningar på FoU arbeten. Status: Projektet är avslutat. Projektet har delvis utgjort underlag till nytt projekt, BET- 008 (se nedan).

BET- 003 Utvärdering av oförstörande provningsmetoder (OFP) med möjliga tillämpningar inom kärnkraftstekniska betongkonstruktioner, LTH

Målen med projektet var att gå igenom tidigare arbeten inom OFP-området för att bedöma resultatens kvalitet samt att sammanställa de problemställningar som har studerats och beskriva de framsteg som har åstadkommit avseende teknikutveckling och mätresultat jämfört med verifierande provning. Syftet med projektet är att bedöma de utvecklingsspår som har störst möjlighet att åstadkomma nytta på kort respektive lång sikt inom kärnkraftsindustrin.

Status: Projektet är avslutat och publicerat på programmets hemsida. Projektet har utgjort underlag för projektet BET- 009, se nedan.

BET- 004 Utredning samverkan mellan de Betongtekniska FoU-programmen för Vatten- & Kärnkraft, Vattenfall Research and Development

Målet med projektet är att utöka möjligheten att utföra övergripande FoU-projekt till gagn för kraftindustrins betongkonstruktioner inom vattenkraft, kärnkraft och vindkraft. Syftet är att identifiera de FoU-områden där Elforsk-programmen för respektive energislag kan samverka, undvika dubbelarbete och att öka möjligheterna till uppväxling genom att attrahera andra intressenter/finansiärer.

Status: Projektet löper enligt plan med avslutning under 2009. En workshop med syftet att diskutera framtida gemensamma satsningar hölls i september 2009.

BET- 005 Gasinträngning i betong i reaktorinneslutningar, LTH

Projektets mål är att utifrån en kvantitativ modell beskriva tryckförloppet vid en täthetsprovning av en reaktorinneslutning. Modellen skall kunna användas för beräkning av verkligt läckage ur inneslutningen. Arbetet utgör en del av ett licentiatarbete.

Status: Projektet är avslutat och publicerat på programmets hemsida.

BET- 006 Studie av vattenlinjekorrosion på ingjuten tätplåt i cylinderväggen - etapp I, KIMAB

Målen med projektet var att fastställa om miljön kring vattenlinjen i en spalt mellan stål och betong är korrosiv med kartläggning av korrosionsmekaniserna. En uppskattning av korrosionshastigheten, och en bedömning av tätplåtens korrosionstillstånd i nivån med vattenståndet i kondensationsbassängen skulle genomföras med utgångspunkt från kondensationsbassängen i kärnkraftverket i Barsebäck.

Status: Projektet är avslutat och slutrapporten publicerad på programmets hemsida. Okulära undersökningar av tätplåtens korrosionstillstånd i Barsebäck visade att tätplåten enbart hade ytliga korrosionsangrepp och att den inte varit utsatt för vattenlinjekorrosion. Då de farhågor om korrosionsproblem som fanns således inte infriades beslöt styrgruppen att inte gå vidare med etapperna 2 och 3 av projektet.

BET- 008 Korrosion på stål i betong i kylvattenvägar, KIMAB och LTH

Målen med projektet är att utreda förekomsten av höga kloridhalter i betong i kylvattenvägar och att utveckla en förbättrad metodik för att fastställa tröskelvärden för kloridinitierad armeringskorrosion, samt att undersöka möjliga skademekanismer på vattenmättad betong.

Status: Projektet löper enligt plan med avslutning under 2010.

BET- 009 Litteraturstudier och test av oförstörande provningsmetoder (OPF) med möjliga tillämpningar på kärnkraftens betongkonstruktioner, LTH

Målen med projektet är att utreda vilken typ av givare som har bäst förutsättningar att upptäcka delaminering i betongkonstruktioner inom ett kärnkraftsverk och att föreslå hur mätningar kan automatiseras i kylvattenvägarna. Ett annat mål är att utreda prestandan för ett state-of-the art instrument baserad på metoden ultraljudpulseko, med mätningar för att bestämma konstruktioners geometri och förekomsten av hålrum och defekter.

Status: Slutrapportförslag har inkommit till styrgruppen och projektet kommer att avslutas under 2009.

BET- 010 Rostfria ståls galvaniska inverkan på kolstål i betong med hög fukthalt/vattenmättad betong, SWEREA KIMAB

Målet med projektet är att fastställa risken för galvanisk korrosion på kolstål-armering vid elektrisk kontakt med rostfri armering i betong med hög fukthalt och att ta fram några lämpliga rostfria kvaliteter som kan användas tillsammans med kolstålsarmering i betongkonstruktioner som är utsatta för hög fuktighet. Det ingår också att komplettera riktlinjer som utarbetas för optimalt val av rostfria armeringsstål vid nybyggnation och vid reparation med rostfri armering.

Status: Projektet löper enligt plan och kommer att avslutas under 2010. Elforsk finansierar endast en del av projektet. Övriga finansiärer är Outokumpu Stainless AB, Vägverket, Banverket, Göteborgs Hamn AB samt Swerea KIMAB själva.

BET- 011 Korrosionsskydd av stål i betongkonstruktioner – Handbok, KIMAB

Målen med projektet är att sprida kunskap om metoder som kan hindra korrosion på stålarmeringen i framförallt befintliga betongkonstruktioner som uppvisar åldringsskador på grund av redan påbörjad korrosion på det ingjutna stålet. Det gäller till exempel vitala delar i kärnkraftverk, väg- och järnvägsbroar, vattenkraftdammar, havsbaserade vindkraftverk, vattentorn och parkeringshus. Elforsk delfinansierar projektet.

Status: Projektet löper enligt plan och kommer att avslutas under 2010. Övriga finansiärer är REBET och Formas.

3 Mål och strategier

Det övergripande målet för programperioden 2010-2012 är att säkerställa avsedd livslängd och hög tillgänglighet för kärnkraftverk i Sverige och Finland med bibehållen säkerhet.

Under kommande 3-årsperiod för programmet bedöms FoU-verksamhet även kring andra betongkonstruktioner än reaktorinneslutningen och kylvattentunnlarna kunna påbörjas, såsom exempelvis turbinfundament, vattenvägar och intagsbyggnader. Det viktigaste konstruktionsmaterialet inom området är naturligtvis betong men även problemställningar kring stål för armering, tätplåt och toroid, enskilda byggnadskonstruktionselement samt plast- och kompositmaterial som används för byggnadsdelar kommer att beaktas.

Samverkan kommer att etableras med pågående FoU-verksamhet inom andra områden, speciellt inom Vattenkraft- och Vindkraftområdet. Det blir här viktigt att överföra, översätta och komplettera resultaten i en form som tillför nytta för kärnkraften.

Under innevarande programperiod har arbete påbörjats inom projektet Bygginnovationen för att tillsammans med Byggnadsbranschen identifiera möjligheter att kunna effektivisera processen i samband med uppförande av betongkonstruktioner. Elforsk deltar i en arbetsgrupp för betongreparationer. Målsättningen är att ta fram förslag till samarbetsprojekt med möjligheter till samfinansiering mellan detta program och Vinnova.

VISION

Visionen med det betongtekniska programmet för kärnkraftindustrin är att:

- I högre utsträckning nyttja FoU-resurser inom industri och högskola för att stärka kärnkraftindustris verksamhet.
- Utgöra ett kvalificerat stöd i de byggfrågor som faller under hela den tekniska förvaltningskedjan.

MÅL

Målet med programmets verksamhet är att:

- Ta fram verktyg, riktlinjer, utförandebeskrivningar och teknik som tillgodoser industrins och myndighetens intressen och behov.
- Identifiera angelägna problem som kärnkraftindustrin står inför och formulera och genomföra dessa i form av forskningsprojekt.
- Bygga upp ledande kompetens inom området.
- Medverka till att det kommer fram studenter och forskarstuderande som har genomfört arbeten inom områden som ligger nära branschens intressen.

STRATEGI

Strategin för att uppnå ovanstående vision och mål innefattar att:

- Arbeta i 3-årsprogram. En rimlig långsiktighet i FoU-arbetet kan därmed upprätthållas, vilket underlättar samarbeten inom landet, Norden och EU där kunskap och satsade medel kan växlas upp. Verksamheten bör följas av en utvärdering. Programmet kommer att verka för utveckling av och aktivt deltagande i internationella nätverk inom kärnkraftsanläggningars kompetensområden.
- Samla och samordna kärnkraftsindustrins FoU-verksamhet inom området kärnkraftens betonganläggningar inom programmet.
- Definiera och beskriva rådande brister och behov för tillståndsbedömning, underhåll, reparation, uppgradering och nybyggnad av betongkonstruktioner inom kärnkraften.

4 Projektområden

De verksamheter som ingår i teknisk förvaltning och förnyelse av betongkonstruktioner (Livslängd för betongkonstruktioner i kärnkraften) kan sammanfattas med följande rubriker:

- Kravställande
- Tillsyn och tillståndsbedömning
- Tekniska lösningar
- Val av åtgärd
- Genomförande av åtgärd
- Uppföljning av genomförd åtgärd

Dessa rubriker ingår i ett flertal system upprättade för teknisk förvaltning av konstruktioner (se även Figur 2). Kraven anger vad som förväntas av olika typer av konstruktioner avseende bärförmåga, livslängd, täthet eller annan funktion som är viktigt för anläggningens driftsäkerhet. Kraven, som kan komma från både ägaren och myndigheter, bör vara välformulerade och om möjligt kvantifierbara.



Figur 2. Teknisk förvaltning av betongkonstruktioner

Tillsyn och tillståndsbedömning är viktigt för att försäkra sig om att konstruktionen uppfyller de ställda kraven under den tid som konstruktionen förväntas att fungera. Med hjälp av den information som erhålls genom tillståndsbedömningen kan man avgöra om man behöver vidta några åtgärder för att säkerställa konstruktionens förmåga att uppfylla de ställda kraven.

Brister och skador hos konstruktioner kan avhjälpas på olika sätt. Ofta finns olika tekniska lösningar för en och samma skada eller brist. Att ha tillgång till dessa lösningar och känna till lösningarnas för- och nackdelarna är avgörande beträffande säker, snabb och ekonomisk förvaltning.

Med hjälp av erfarenhet, provningar och teoretiska överväganden väljs en teknisk lösning. Valet av teknisk lösning misslyckas eller leder till felaktiga beslut om kravställandet och tillståndsbedömningen varit bristfälliga.

Genomförandet beskriver det sätt med vilket åtgärderna genomförs. Val av metoden för genomförandet styrs av de krav som ställs. Speciellt då när drift avbrott, säkerhet och utsläpp är styrande faktorer. Uppföljning av genomförd åtgärd är viktig för att försäkra sig om att allt har gått rätt till samt för erfarenhetsåterföring.

Samtliga de moment som diskuterats ovan föreslås ingå i den verksamhet som skall bedrivas inom området "Livslängd för betongkonstruktioner i kärnkraften". Verksamheten omfattar konstruktionsteknik inom hela området från layout till detaljutformning samt underhåll.

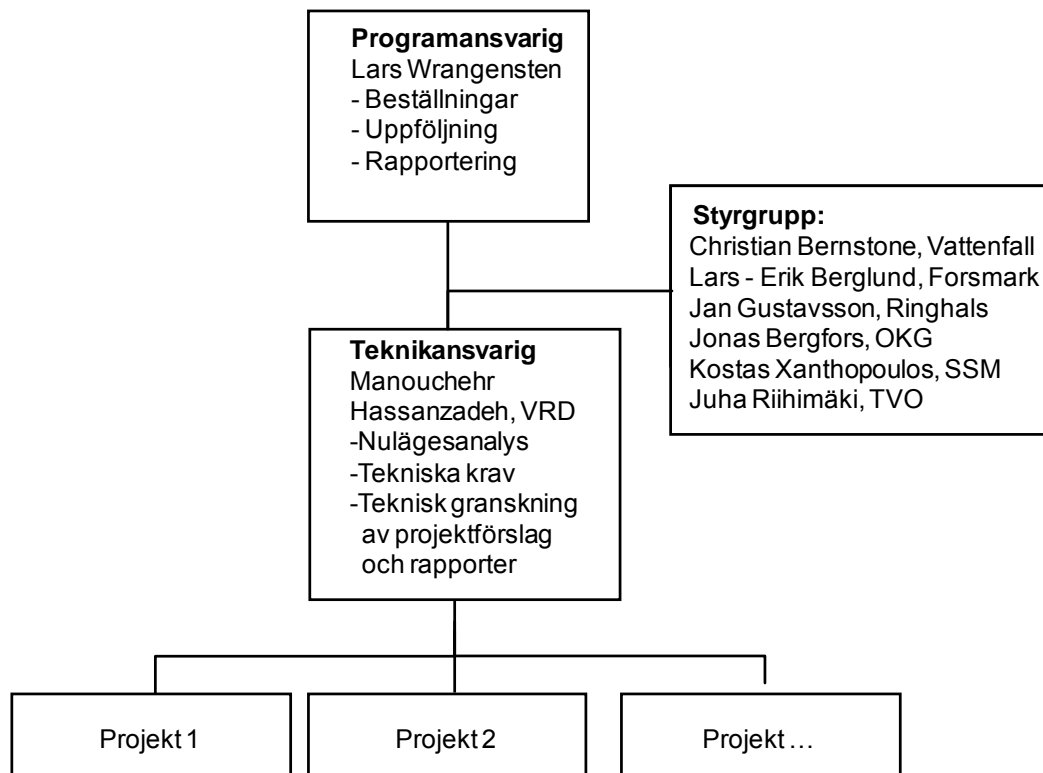
Nedan sammanfattas de områden inom vilka projektförslag bör tas fram under kommande programperiod:

- Miljöer kring och inom olika konstruktioner och konstruktionsdelar, omfattande inneslutningar och övriga delar av ett kärnkraftsverk, bör studeras. Mätmetoder och modeller bör tas fram för att beskriva dessa miljöer. Både mikro- och makroklimatet kring och inom konstruktionerna och konstruktionsdelar studeras.
- Exponeringsmiljön och dess inverkan på konstruktionsdelar bör beaktas. Inverkan av exponeringsmiljön på spänningstillståndet inom en konstruktion samt inverkan av exponeringsmiljön på konstruktionsdelarnas nedbrytningsprocess bör beaktas.
- Skadeorsaker och tillhörande skadetyper relevanta för kärnkraftsverken bör studeras. Studien bör omfatta både skador orsakade av fysikaliska fenomen och skador orsakade av mekaniska fenomen.
- Tillståndet kring genomföringar i reaktorinneslutningen och eventuell inverkan på reaktorinneslutningens täthet måste bestämmas. Målsättningen är att upptäcka gap och hållrum kring genomföringar, bestämma fukt- och pH-tillståndet inom dessa områden samt upptäcka eventuella korrosionsceller.
- Tillståndet hos spännkablarna bör utredas vidare. Utredningen bör ta hänsyn till relaxation orsakad av krympning och krypning av betong samt korrosion. Vidare bör utredningen innefatta inverkan av förändringar hos spännkablarnas tillstånd på reaktorinneslutningens täthet.

- Tillståndet hos slakarmerade konstruktioner inom vattenvägar bör bestämmas. Tillståndsbedömningen bör baseras på bestämning av mikro- och makroklimatet kring konstruktionselementen, betongens fukt-tillstånd och vattenmättnadsgrad, kloridprofil samt kloridtröskelvärden.
- Utredda tillämpbarheten hos olika OFP metoder. Målsättningen bör vara att ta fram metoder som kan detektera gap och hålrum mellan betong och tätplåt, mellan genomföringar och betong samt mellan betong och spännkablar. Vidare bör OFP metoder kunna bestämma det täckande betongskiktet på ett noggrannare sätt även för de fall med tjockt betongskikt. Metoderna bör även kunna detektera mikrosprickor och delaminering.
- Utredda möjligheten att med fysikaliska och mekaniska modeller förutse förekommande konstruktionselements beteende inom kärnkraftverken.

5 Projektorganisation och resultat-spridning

Programmets projektorganisation framgår av Figur 3. För roller och befogenheter se nedan.



Figur 3. Projektorganisation, Betongtekniskt Program Kärnkraft

PROGRAMANSVARIG

Elforsk svarar för avtal och beställningar, finansiering, uppföljning och rapportering. Elforsk är också föredragande och sekreterare vid stygruppens möten.

STYRGRUPP

Beskrivning av problemställningarna inom området skickas ut till aktuella genomförande organisationer som inkommer med projektförslag. Styrgruppen med representanter från finansierarna sammanträder fyra gånger per år för genomgång och uppföljning av aktuella projekt och för att fatta beslut om eventuella nya projektförslag (se Figur 3).

TEKNIKHANDLÄGGARE

Vattenfall Research and Development AB har en roll av teknisk handläggning av programmet. Detta åtagande innebär att:

- Vara ansvarig för programmets tekniska innehåll och genomförande. Svarar för nulägesanalys, tekniska krav och teknisk granskning av projektförslag och rapporter.
- Ansvara för att resultatåterföring sker årligen genom Kraftindustrins Betongdag samt samordning med Vattenkraftens betongprogram och relevant verksamhet inom Vindkraftsområdet.
- Verka för nationell och internationell samordning och samverkan av verksamheten.

RESULTATSPRIDNING

Resultat redovisas i Elforsk-rapporter på vanligt sätt, men också vid ett årligt seminarium (Kraftindustrins Betongdag), då det skall finnas möjlighet att också diskutera resultaten.

Rapporterna från programmet publiceras i Elforsks rapportserie som finns tillgänglig via Elforsks hemsida, http://www.elforsk.se/karnkraft/karn_betong.html. Grundprincipen är att dessa rapporter är öppna och därmed kan laddas ner som pdf-filer. Vid behov kan dessutom rapporter läggas ut som endast är åtkomliga via lösenord för intressenterna till programmet.

6 Budget

Preliminär föreslagen budget från och med 2010 för föreslagen verksamhetsplan framgår av nedanstående tabell.

Total budget:	4000	4000	4000
Vattenfall AB	840	840	840
Forsmark	420	420	420
Ringhals	420	420	420
OKG	840	840	840
TVO	840	840	840
SSM	640	640	640
Programkostnader:	460	460	460
Elforsk administration	200	200	200
Projekthandläggare VRD	200	200	200
Kraftindustrins Betongdag	60	60	60
Totalt för projekt:	3540	3540	3540

7 Referenser

1. Durbin, N. och Melber, B. (2004). Assuring competency in Nuclear Power Plants: Regulatory policy and practice, SKI Report 2005:04.
2. Barslivo, G., Österberg, E. och Aghili, B. (2003). Utredning kring reaktor inneslutningar – konstruktion, skador samt controller och provningar, SKI Rapport 02:58.