

Sprutbetongreparationer

**En kartläggning av vanliga
frågeställningar**

Elforsk rapport 00:04

Sprutbetongreparationer

**En kartläggning av vanliga
frågeställningar**

Elforsk rapport 00:04

Sammanfattning

Projektet grundar sig på att allt fler betongreparationer utförs och att sprutbetong är ett/en av de alternativa material/metoder som det finns att välja på. Dessutom har problem och frågor rörande sprutbetong som reparationsmaterial figurerat i olika sammanhang.

Syftet med projektet är bl.a. att öka kvalitén och minska antalet sprutbetongreparationer med ett sämre utfall samt vara ett steg mot en kostnadseffektivisering av metoden. Kostnadseffektiviseringen avser såväl arbetsutförande som den reparerade konstruktionens beständighet.

Det ska påpekas att sprutbetong anses som ett mycket bra reparationsmaterial när arbetet utförs rätt. Ingen formbyggnad krävs och dessutom är själva utförandet, d.v.s. utrustning och material, relativt lätthanterligt. Dock har det vid vissa tillfällen uppstått problem med att få ett helt lyckat resultat.

Redovisningen av projektet består av två delar. Den första delen består av en kortare sammanställning över tidigare utförda betongreparationer där sprutbetong använts som reparationsmaterial. Sammanställningen visar att reparationsmetoden används på ett antal olika konstruktioner där utförande och material varierar och där beständigheten får anses som god i de flesta fall. Andra delen består av en redovisning av genomförd enkätundersökning. Enkäten distribuerades till beställare, entreprenörer, konsulter, materialtillverkare och specialister där problem och frågor som rör beställning, projektering, utförande och förvaltning av sprutbetongreparationer behandlats.

De vanligaste frågorna och problemen behandlar framförallt kunskapen hos de olika aktörerna, vidhäftning mot diverse material, sprutbetong/sprutbetong och sprutbetong/underlagsbetong samt provning och kravnivåer och förståelsen för dessa. Vid enkätundersökningen samlades även synpunkter in på vad en handbok om sprutbetongreparationer bör innehålla samt förslag på framtida forskning. I samband med redovisning av dessa synpunkter presenteras några existerande handböcker om sprutbetongreparationer samt en redogörelse av pågående sprutbetongforskning.

Exempel på ämnen som man vill handboken ska behandla är konditionsbestämning, förarbeten, materialval, utrustning, antalet påslag, kontroll, provning och krav etc. Konkreta forskningsbehov är bl.a. sprutbetongs allmänna miljöpåverkan, relevanta krav till vart sprutning sker, vidhäftning mot berg, sten, gammal betong samt mot karbonatiserad betong etc.

Slutsatsen blir att antalet utförda sprutbetongreparationer med bristfällig kvalitet ska kunna minskas om information sprids genom; utbildning av beställare, entreprenörer och konsulter, en anpassad sprutbetongreparationshandbok, en sammanställning av utförda sprutbetongreparationer (kunskapsåterföring) samt att fortsatt sprutbetongforskning bedrivs.

Summary

This project is based emphasis on the fact that concrete repairs are commonly carried out today and that shotcrete is a common repair method. There has also appeared several comments concerning performance and the use of shotcrete repairs.

Shotcrete, as a repair method, is known to be an excellent choice when the performance are carried out correctly. There is no need for formwork when using shotcrete and the performance, which includes equipment and materials, is relatively easy to handle.

However problems have occasionally occurred and the results are therefore sometimes more or less successful. The reasons for this are, among others, lack in knowledge concerning materials, methods and tests procedures. Added to that is the fact that shotcrete is a handicraft, which means so the skills of the operator is very important.

The presentation of this project is divided in two parts in this paper. The first part includes, in short terms, completed data of materials from prior inventories concerning shotcrete repairs. The summary shows that shotcrete, as a repair method is used for different kind of constructions with differences in performance and the selection of materials. Most of these materials show a good durability. The second part includes results from a selection questionnaire that has been performed. The questionnaire has been distributed to orderers, contractors, consultants, material manufacturers and specialists, and includes questions concerning ordering, planning, performance and the use of shotcrete repairs in general. The most common problems and questions from the different actors concerns; the knowledge of shotcrete as a complete concept, the bond between the different layers (shotcrete/shotcrete and shotcrete/underlying surface) and test methods and requirement levels and the understanding of these methods and levels. The second part also includes suggestions of content for a potential manual for shotcrete repairs and what future areas within of research is necessity. Together with these suggestions a presentation is given about some existing manuals and a presentation of progressing research.

Some suggestions of what a manual should include are; definition of condition, preparation work, selection of material, equipment, layers, control, testing procedures and requirements etc.

Some suggestions of future research are; the several environmental influence of shotcrete, requirements adjusted to the actual constructionpart, adhesion to rock, old concrete and to carbonated concrete etc.

The conclusion is that the amount of non successful shotcrete repairs could decrease if information was being spread by; education for orderers, contractors and consultants, an adjusted manual, feedback through a compiled of performed shotcrete repairs and by continuos research within the shotcrete field.

Innehållsförteckning

1	INLEDNING.....	1
2	BAKGRUND	2
2.1	SYFTE.....	2
2.2	MÅL	2
2.3	BEGRÄNSNINGAR	2
3	DOKUMENTERADE ERFARENHETER.....	3
3.1	LAGNING AV BETONGSKADOR MED SPRUTBETONG	3
3.2	SPRUTBETONGS BESTÄNDIGHET – INVENTERING.....	3
3.3	INVENTERING AV UTFÖRDA BETONGREPARATIONER PÅ SVENSKA VATTENKRAFTANLÄGGNINGAR	4
4	GENOMFÖRANDE AV ENKÄTUNDERSÖKNING	9
4.1	UTSKICK.....	9
4.2	UPPFÖLJNING	9
4.3	REDOVISNING.....	9
5	SAMMANSTÄLLNING AV ENKÄTUNDERSÖKNING	10
5.1	INTRYCK, PROBLEM OCH FRÅGETECKEN VID SPRUTBETONG-REPARATIONER	10
5.2	HANDBOK FÖR SPRUTBETONGREPARATIONER	13
5.3	FORSKNINGSBEHOV	18
6	DISKUSSION OCH SLUTSATSER	20
7	REFERENSER.....	21

Bilagor

- A** **INFORMATIONSBREV OCH FRÅGEENKÄT**
- B** **KONTAKTADE FÖRETAG**

1 Inledning

På uppdrag av Elforsk har Vattenfall Utveckling AB vid enheten för Betongteknik genomfört ett projekt som behandlar sprutbetongreparationer.

Projektarbetet har bestått av att kartlägga vilka problem och frågor som uppstår vid beställning, projektering, utförande och bruk av sprutbetongreparationer. Dessutom har synpunkter samlats in på vad en handbok för sprutbetongreparationer bör innehålla samt åsikter om framtida forskning inom sprutbetongområdet.

I projektet har de sämre sidor som kan uppkomma vid reparation med sprutbetong belysts, eftersom det är just detta som varit av specifikt intresse. Det ska dock påpekas att sprutbetong är ett mycket bra reparationsmaterial som ger bra och beständiga resultat när metoden används och utförs på rätt sätt. Men vid en del reparationer har detta inte varit fallet och sprutbetong som reparationsmaterial har hamnat i en sämre dager.

Rapporten börjar med att redogöra för bakgrunden till denna kartläggning och följs av en kort redogörelse för tidigare utförd inventering som behandlar sprutbetongreparationer. Därefter följer redovisning av kartläggningen. Rapporten avslutas med en diskussion med tillhörande slutsats.

2 Bakgrund

Projektet grundar sig framförallt på det faktum att allt fler betongreparationer utförs och därmed är det av vikt att göra en sammanställning och utvärdering av de erfarenheter som gjorts. Det är även viktigt att skapa en positiv bild av sprutbetong som reparationsmaterial eftersom det är ett mycket bra reparationsalternativ då arbetet utförs rätt.

Dessutom har det i flera sammanhang kommit fram synpunkter och frågor om sprutbetong från beställare, entreprenörer och konsulter.

Områden som kommit upp till diskussion är:

- sprutbetongs beständighet
 - huruvida det är en bra metod
 - om utförandet
 - om krav på utbildning
 - certifiering av operatörer
 - om relevanta provningsmetoder och kravnivåer
- etc...

För att få en struktur på alla dessa problem, frågor och önskemål om framtida forskningsinsatser har kontakt tagits med beställare, entreprenörer, konsulter, materialtillverkare samt högskolor, universitet och övriga institut.

2.1 Syfte

Syftet med projektet är att framtida sprutbetongreparationer ska kunna kvalitetssäkras och att relevanta krav ska kunna ställas på material, utrustning, arbete och personal samt att reparationerna ska kunna kostnadseffektiviseras. Kostnadseffektiviseringen avser såväl arbetsutförande, minimera spill, billigare material etc., samt den reparerade konstruktionsdelens beständighet.

2.2 Mål

Målet med projektet är att genom kontakt med de ovan angivna aktörerna samla in synpunkter på vad en handbok för sprutbetongreparationer bör innehålla samt få en klarare bild av vilka forskningsbehov som finns.

2.3 Begränsningar

Av de 80 kontaktpersoner som erhållit informationsbrev och frågeenkät eller kontaktats via telefon har ett flertal inte hört av sig eller varit svåra att nå. Detta har resulterat i att dessa har utelämnats ur sammanställningen eftersom projektet har bedrivits under en kortare tid.

Det ska även nämnas att de kommentarer och synpunkter som kommit projektet tillkänna är från enskilda personer och inte något företags ståndpunkt.

3 Dokumenterade erfarenheter

Nedan följer korta presentationer av några tidigare utförda genomgångar/inventeringar av sprutbetongreparationer.

3.1 Lagning av betongskador med sprutbetong

Under 1987 genomfördes ett projekt som behandlade ”Lagning av betongskador med sprutbetong”, och var ett samarbete mellan KTH, Vägverket, Skanska och Stabilator. Den rapporten som skrevs vid Institutionen för byggnadsstatistik behandlade försök med balkar under statisk last och utmattnings last [1].

Syftet med projektet var att se om sprutbetong kan användas vid reparation av betongskador i en konstruktionsdel utsatt för statisk last och utmattnings last. Syftet kan också uttryckas som huruvida fogen mellan gammal betong och sprutbetong utgör en svaghetszon i den ”nya” samverkande konstruktionen.

Slutsatsen blev att sprutbetong är möjlig att använda vid reparationer av betongkonstruktioners undersidor och vertikala ytor. Dock är det nödvändigt att vara noggrann vid vattenbilning, rengöring och utförandet av sprutningen, samt att fogplanet mellan gammal betong och sprutbetong bör sammanfalla med armeringsplanet.

Mer information om projektet finns i rapporten [1].

3.2 Sprutbetongs beständighet – Inventering

Under 1996 genomfördes en inventering av 16 stycken sprutbetongobjekt [2].

Följande konstruktioner undersöktes:

- Väg- och järnvägstunnlar
- Broar
- Fundament
- Utskov vid dammar
- Vägtrummor

Inventeringen utfördes genom besiktningar, insamling av objektspecifik information, övergripande undersökningar samt i vissa fall mer utförliga undersökningar med provtagning.

De flesta sprutbetongarbetena var utförda runt 1990 och metoden var framförallt torr-sprutning med eller utan fibrer. Där fibrer förekom var det framförallt stålfibrer som användes.

Den generella slutsatsen var att huvuddelen av de besiktade objekten uppvisade att beständigheten på sprutbetongen efter i medeltal 6 år var god. Sprutbetongen uppfyller sin avsedda funktion i både reparations- och bergförstärkningssammanhang. Dock förekom

något enstaka problem som rör dräner. Dräner som byggts för att leda bort inläckande vatten från sprickor i berg visade sig ofta uppvisa sprickor.

Andra observationer och slutsatser som togs var:

- Vidhäftningen var tillfredställande både mot berg och gammal betong
- Endast begränsad korrosion påträffades på stålfibrer i sprickor, även vid relativt höga kloridhalter
- Stålglättning av sprutbetongens yta har inte visat sig påverka vidhäftningen till den reparerade betongen i de undersökta objekten
- Impregnering av sprutbetong verkar ge ett bra skydd mot kloridinträngning.

Mer information om inventeringen finns i rapporten [2].

3.3 Inventering av utförda betongreparationer på svenska vattenkraftanläggningar

Under 1997 och 1998 utfördes en inventering av utförda betongreparationer på svenska vattenkraftanläggningar som resulterade i en rapport [3] och en databas. Rapporten tar upp reparerade konstruktionsdelar, skadetyper och skadeorsaker, reparationsmetoder, reparationsmaterial samt erhållna resultat vid reparation. Redovisningen baseras på den databas som byggts upp där all information som kom projektet tillhanda sammanställts och utvärderats. Informationen baseras främst på uppgiftslämnarens, d.v.s. i de flesta fall ägaren, skriftliga och muntliga utsago samt att en del information erhöles vid besiktningarna av de olika reparationerna.

Databasen finns hos Vattenfall Utveckling AB i Älvkarleby och för ytterligare information går det bra att kontakta författaren till denna rapport.

3.3.1 Sammanställning av utförda sprutbetongreparationer

I den rapport [3] som skrivits utifrån den nämnda databasen har ingen sammanställning av just sprutbetongreparationer utförts varför en kortare sådan redovisas nedan.

Hela 48 reparationer där sprutbetong använts som reparationsmaterial finns i databasen och utifrån dessa har denna sammanställning gjorts. Andelen sprutbetongreparationer av de totala antalet inmatade reparationer redovisas i bild 3.3.1.1.

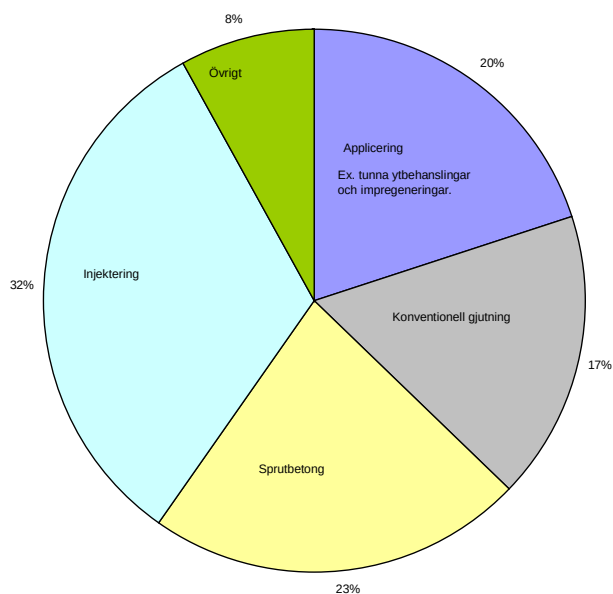


Bild 3.3.1.1 Använda reparationsmetoder vilka matats in i databasen. Sprutbetong som reparationsmetod/material utgör 23 %.

3.3.2 Konstruktionsdelar

De konstruktionsdelar inom vattenkraften som reparerats/förstärkts med sprutbetong är följande:

- Berg i anslutning till kraftstationer och intag
- Betongdammar, sidor upp- och nedströms
- Luckfundament, pelare och monoliter
- Intag, tilloppstub, sugrör och övriga vattenvägar
- Utskov, inkl. pelare och skibord

3.3.3 Skadetyper och skadeorsaker

Förekommande skadetyper som reparerats med sprutbetong, redovisas i fallande ordning i vilken de förekommer, se tabell 3.3.3.1.

Tabell 3.3.3.1. Skadetyper som reparerats med sprutbetong.

Skadetyp	Beskrivning
Avskalning/ Delamination	Skadetypen beskrivs ofta som spjälkning eller avflagnig. Spjälkning är större sammanhängande sjok av betong som lossnat från konstruktionen. Avflagnig är när mindre delar av betongen lossnar och betongen bryts ned under en längre tid.
Läckage och kalkutfällningar	Vatten tränger igenom betongen och bidrar till att betongens cementpasta urlakas och därmed minskar hållfasthet och täthet.
Sprickor	De sprickor som kan förekomma är enligt följande: temperatursprickor, krympsprickor, rörelsesprickor, krackeleringar, sprickor av korrosion, sprickor orsakade av inre volymökning etc.
Rasat/rasrisk föreligger	När en konstruktion överbelastas eller på annat sätt närmar sig sin livslängds slut föreligger rasrisk varvid åtgärder vidtagits.
Vittrad betong	Vittrad betong låter inte direkt som ett tekniskt fackuttryck, men innebörden är att cementpastan lakas ut och därmed blir bindningarna svagare. Betongen håller ihop men den blir mjuk eller, som vissa kallar det, murken.

Förekommande skadeorsaker , redovisade i fallande ordning i vilken de förekommer, se tabell 3.3.3.2.

Tabell 3.3.3.2. Skadeorsaker till reparation med sprutbetong.

Skadeorsak	Beskrivning
Frostangrepp	Frostskador kan orsakas av att betongen under en lång tid dragit åt sig vatten och därmed uppnår sin kritiska vattenmättnadsgrad vilket leder till sönderfrysning. (Förutsätter köldgrader.) Frostskador orsakas även av inträngning av vatten i sprickor och håligheter i betongen, vilket leder till att vattnet vid frysning spränger sönder betongen. Frysning i gränsskikt (sprutbtg/sprutbtg och sprutbtg/underlag).
Erosion/nötning	Erosion och avnötning av betongen orsakas av höga vattenflöden, is-tryck samt av i vattnet medföljande vegetation och andra föremål.
Urlakning	Urlakning av betongen innebär att vatten tränger igenom betongen och bidrar till att betongens cementpasta urlakas och därmed minskar hållfasthet och täthet. Med urlakning menas att cementpastans lösliga komponent, kalciumhydroxid, löser sig i vattnet och cementpastan bryts ned.
Utförande	En relativt vanlig orsak till att skador uppstår är ofta utförandet. D.v.s. den mänskliga faktorn spelar stor roll.
Sprickor	Orsaken till sprickor kan bl.a. vara plastisk sättning, plastiskt krympning, temperatur, tidig avsvälning, krackelering, krympning, armeringskorrosion, alkali-ballast reaktioner, överbelastning.
Uppnådd livslängd/ Ordinär drift	Detta är en benämning på när skadorna på konstruktionen ifråga är så omfattande att den ej längre går att rädda.

3.3.4 Utförande

Bland de reparationer, som registrerats i databasen, förekommer ett antal olika reparationsutföranden som skiljer sig åt vad gäller förbehandling, materialtyp, sprutmetod (torr/våt), med eller utan fibrer etc.

Ofta har reparationerna föregåtts av rengöring av motgjutna konstruktionsdelar. Ibland har bilning och blästring förekommit av gammal betong då den varit av undermålig kvalitet och god vidhäftning vill säkras.

De material som förekommit är bl.a. färdiga cementbaserade och polymerbaserade torrbruk från diverse tillverkare.

Reparationer förekommer där utförandet är torrsprutning, torrsprutning med viss förfuktning av materialet samt våtsprutning. Vanligast är torrsprutning där viss förfuktning av materialet skett.

Andra parametrar som varierar är förvattning av motgjutna ytor, antal påslag, eftervattning samt andra ytbehandlingar.

I de flesta fall har reparationerna varit lyckade och hållit i flera år efter utförandet.

I några fall har dock vissa brister uppstått p.g.a. ett sämre utfört förarbete. Detta gäller projektering, rengöringen av gammal betong, några fall där operatören har haft bristfällig kompetens som lett till ett sämre resultat samt att det finns fall där en annan reparationsåtgärd kanske skulle ha valts vilket skulle ha lett till ett bättre resultat. Exempel på detta är när sprutning utförts nedströms en läckande damm. Resultatet blir att sprutbetongen lossnar. Istället skulle reparation skett med lämplig metod på uppströmssidan.

3.3.5 Exempel på utförda sprutbetongreparationer

I tabell 3.3.5.1. redovisas ett urval av de reparationer som genomförts. Mer detaljerad information kan återfinnas i rapporten [3].

Tabell 3.3.5.1. Ett urval av de reparationer som genomförts med sprutbetong.

Konstruktionsdel	Utförande år	Orsak till reparation	Förarbete	Material	Utförande	Resultat (1998)
Luckfundament	1995	Frostangrepp	?	Färdig betong	Våtsprutning	Bra
Dammen, skvalpzon	?	Läckage och frostangrepp	?	Torrbruk	Torrsprutning	Bra
Sugrör	1997	Erosion/nötning	Bilning och blästring	Torrbruk	Torrsprutning med förfuktat material.	Relativt bra
Dammen uppströms	1997	Erosion/nötning	?	Torrbruk	Torrsprutning	?
Utskov, skibord	1992	Frostangrepp	Bilning och blästring	Torrbruk	Torrsprutning	Bra
Utskov, skibord	1964	Erosion/nötning	Bilning			Bra
Tunnellopp	1996	Erosion/nötning	Bilning			?
Intag	1997	Erosion och frostangrepp	Bilning	Torrbruk	Torrsprutning med förfuktat material.	Ej så bra, en del bom förekom

4 Genomförande av enkätundersökning

4.1 Utskick

Ett informationsbrev med tillhörande frågeenkät skickades ut under våren 1999. Informationsbrevet och frågeenkäten finns i Bilaga 1.

Informationsbrev och frågeenkät skickades till de aktörer som tidigare nämnts d.v.s. till beställare, entreprenörer, konsulter, materialtillverkare samt högskolor, universitet och övriga institut som kan ha något att kommentera rörande sprutbetongreparationer.

4.2 Uppföljning

Under sommaren erhöles en del svar vilka kompletterades med att telefonkontakt togs med dem som ej hört av sig samt att ytterligare några personer tillkom. Totalt kontaktades 86 personer vid 47 företag på dessa sätt, se lista i Bilaga 2.

Totalt har 32 personer vid 29 företag medverkat i kartläggningen, och bland dessa representeras alla de grupper som redovisats ovan, se 4.1.

4.3 Redovisning

Redovisningen består av denna rapport där alla förslag och synpunkter har sammanställts. Den som vill lägga till någon uppgift eller synpunkt inför det fortsatta arbetet kan ta kontakt med författaren till denna rapport.

5 Sammanställning av enkätundersökning

5.1 Intryck, problem och frågetecken vid sprutbetong-reparationer

5.1.1 Generellt

Det allmänna intrycket är att sprutbetong är och upplevs som en bra reparationsmetod/material eftersom den/det kan appliceras på ett enkelt sätt utan formbyggnad, men naturligtvis förekommer en del problem och frågor. Dessa problem och frågor gäller speciellt utförandet. Det finns endast några få kommentarer som rör beständigheten och funktionen hos sprutbetongreparationen, vilket måste anses som positivt.

Beställarna anser i vissa fall att entreprenörerna är okvalificerade att utföra sprutbetong-reparationer. Detta har i sin tur lett till att en viss osäkerhet infinner sig rörande själva reparationsmetoden.

Ofta har beställaren tilltron till entreprenören vid en beställning eftersom de själva inte har tillräcklig kunskap på området och detta kan leda till oenigheter/tvister vid sämre resultat av reparationen än förväntat.

Med detta som bakgrund önskar de flesta beställare att krav på utbildning ställs på operatörerna.

Entreprenörerna anger sig inte direkt ha några problem utan framställer det mer som frågor, speciellt vad gäller utförandet, samt att de har flera synpunkter på hur sprutbetongreparationer bör utföras. Problem finns dock med att bedöma gammal betongs kondition vilket ibland gör det svårt att säkra god vidhäftning. Entreprenörerna ställer sig positiva till utbildning av operatörerna, men vill inte att detta skall vara ett krav.

Specialister på sprutbetongområdet, (konsulter, professorer etc), ger mer bestämda synpunkter och exempel på problem. Dessa synpunkter och problem har dock, i de flesta fall, redovisats som förslag på handbokinnehåll och forskningsbehov. D.v.s. de är redovisade i kapitel 5.2 och kapitel 5.3, "Handbok för sprutbetongreparationer" och "Forskningsbehov". Problem som nämns är bl.a. bristen på kunskap och förståelse för krav och provning, dimensioneringsproblem, val av metod vid seghetsmätningar/böjdraghållfasthet på fiberarmerad sprutbetong, etc.

Generellt har det visat sig att vidhäftning och bom är ett återkommande problem. Orsaken är ofta ett sämre förarbete och en otillräcklig härdning. Ett annat återkommande problem är att operatörernas yrkesskicklighet varierar.

Det har även kommit in flera förslag på hur man ska säkerställa kvalitén på sprutbetongreparationerna eftersom resultaten varierar. Förslagen, vad gäller kvalitetssäkring av sprutbetong rör:

- Delmaterial
- Betong/bruk
- Utförande
- Kontroll på ett lämpligt sätt

Ett led i detta kan vara den kommande EU-standard och den planerade handboken för sprutbetongreparationer.

Andra förslag för att säkra sprutbetongkvalitén är att det ska finnas tid för förprovning och uppbyggnad av kunskap om det aktuella arbetet och det som krävs utav betongen. Det är även viktigt att ta sig tid vid sprutarbetet samt att kontinuerligt mäta påslagens sammanlagda tjocklek. Dessutom krävs bra utrustning och tillräckligt med personal samt erfarna sprutoperatörer. Vid förarbetet är det viktigt att rengöra gammal betong och bila bort skadad betong för att erhålla god vidhäftning.

5.1.2 Beställares kommentarer

För att erhålla ett bra resultat vid en sprutbetongreparation krävs det att operatören är duktig eftersom arbetet är ett hantverk. Operatörernas skicklighet har visat sig variera mycket. Detta är ofta svårt att avgöra i upphandlingsskedet. För bra resultat krävs även att entreprenören har kompetens att t.ex. använda rätt konsistens på betongen för rätt användningsområde, d.v.s. vertikala eller horisontella ytor etc.

Det är även av vikt att den utrustning som används är bra och väl avsedd för det aktuella arbetet. Detta gäller även det material som används, d.v.s. att det är väl beprövat med goda resultat.

Vid sprutning förekommer det stora materialspill vilket försvårar arbetet samt tillför en extra kostnad. Vissa produkter har visat sig vara bättre i detta avseende än andra. En dyrare produkt kan vara mer lönsam att använda eftersom spillet blir mindre.

Sprutbetong på horisontella ytor är svårt och resultaten upplevs därmed som sämre. (Problem finns att hålla rent, spill på den motgjutna ytan ger dålig vidhäftning.)

Förekomsten av smärre bom, d.v.s. ingen eller dålig vidhäftning på mindre områden av den sprutade ytan, upplevs av vissa mer som en regel än ett undantag. Detta leder till att bomknackning måste utföras både i ett tidigt skeende och efter en viss tid, (naturligtvis ska de praktiska förutsättningarna vara de rätta). Bom upplevs av vissa att öka med tiden, d.v.s. fås bom i taket medför tyngdlagen att bom ibland ökar om ingen åtgärd vidtas.

Kunskapen om sprutbetong är dålig bland vissa beställare vilket kan skapa problem vid upphandling.

Representanter från Vägverket tycker i allmänhet att deras sprutbetongreparationer fungerar bra eftersom de har sina krav och regler specificerade i BRO 94 [4]. Det som kan vara ett problem är provtagning, speciellt vidhäftning, och utvärdering av denna.

Frostbeständigheten hos sprutbetong har av vissa upplevts som ett problem.

5.1.2.1 Frågor

I vissa fall kan det vara svårt att komma åt och utföra en bra sprutning, finns det tillämpad utrustning för alla fall?

Att erhålla god vidhäftning mellan gammalt material och nytt har visat sig svårt. Finns det några klara regler och direktiv på hur bom ska undvikas?

Vilket är bäst, våt eller torrsprutning? När ska respektive metod användas?

När ska fibrer användas och i så fall vilken typ? Måste ett skyddsskikt läggas över stål-fiberarmerad sprutbetong vad gäller beständighet och utseende? Finns det andra vägar att gå vid estetiska krav?

5.1.3 Entreprenörers kommentarer

Vid beställning förekommer problem med mättningsregler och vid projektering uppstår det problem när projektörernas erfarenheter på området är knapphändiga. Det senare kan leda till att en betong med hög hållfasthet sprutas på en sämre betong varvid brott sker i den gamla betongen och resulterar i avskalning.

Det finns problem med:

- Förarbeten - bilning, blästring, högtryckstvätt
- Renheten vid utförandet - damm och återstuds
- Efterbehandlingen, hårdningen

Materialtillverkare har inte alla gånger den kunskap som behövs för att rekommendera rätt utrustning och teknik till den produkt de säljer. Detta gäller speciellt vid användning av nya torrbruk. I vissa fall kanske materialtillverkaren bör bedriva viss anpassad utveckling av utrustning och teknik. Många gånger anser entreprenören sig vara beroende av materialtillverkarna vad gäller information om materialet och hanteringen vid utförandet.

Det är svårt att bedöma den gamla betongens kvalitet och därmed se vilka insatser som ska sättas in.

God kompetens är viktigt samt att det krävs en bra teknik och utrustning för ett lyckat resultat.

Rengöring av den gamla betongen, god renhållning vid utförandet samt vattenhärdning anses av vissa vara avgörande för ett gott resultat.

5.1.3.1 Frågor

Ska man förvattna den motgjutna ytan eller ej?

Är membranhärdare bra eller bör man vattenhärda fast det är svårt?

Ska gammal betong bilas bort helt eller delvis?

Ska bom i första påslaget tas bort eller går det bra att spruta på nytt direkt?

När det finns armering ska den bultas fast och därefter spruta på, eller vad är lämpligast?

5.1.4 Övriga aktörers kommentarer

Beställaren kan ha svårt att precisera i arbetsunderlaget vad och hur en sprutbetongreparation ska genomföras p.g.a. viss osäkerhet. Denna osäkerhet kan även visa sig genom att beställaren ifråga står oförstående inför provningsmetoder och orsaken till varför de utförs. Allt detta kan leda till att entreprenören kommer med egna idéer, eftersom beställaren har svårt att precisera sig, vilka gör det svårt vid besiktningar att veta vilka handlingar som gäller. Vissa åtgärder vidtas också utan att några direkta anteckningar görs.

Vid projektering förekommer problem med otillräcklig förundersökning.

Alla moment/åtgärder som genomförs vid ett sprutbetongarbete upplevs inte alltid som genomtänkta, vilket leder till ojämna resultat. Operatören nämns ofta som orsaken till detta. För att undvika dessa problem borde sprutbetongarbeten kvalitetssäkras vad gäller delmaterial, betong/bruk, utförande och kontroll. Våtsprutning upplevs i vissa fall vara problematiskt. Anledningen till detta kan vara att det krävs god rengöring av utrustning, som även kan vara onödigt stor, tillsatsmedel som acceleratorer måste användas, betongen måste blandas i en separat blandare, etc.

5.1.4.1 Frågor

Vilken kvalitet har den gamla betongen som ska motgjutas? Hur mycket av den ska tas bort?

Hur ska avvikelser från kravnivåer s.k. undertramp hanteras?

5.2 Handbok för sprutbetongreparationer

Den handbok som ska behandla sprutbetongreparationer kommer främst att inrikta sig mot beställare, konstruktörer och entreprenörer.

Den EU-standard som är under framtagande kommer att vara kopplad till handboken.

I standarden kommer krav att anges vad gäller material, förarbeten, utrustning, tillverkning av betongen, utförande, dokumentation, provning etc.

5.2.1 Sammanställning av synpunkter och önskemål

Nedan följer en kort sammanställning över de synpunkter och önskemål på vad en framtida handbok för betongreparationer ska innehålla. Alla aktörers synpunkter är här samlade. Det kan förekomma att vissa av dessa önskemål borde tillhöra kapitlet om framtida forskningsbehov. Ofta går dessa två hand i hand, önskemål om handboksinnehåll och forskningsbehov.

Handboken bör innehålla rekommendationer och vägledning vad gäller:

- Konditionsbestämning. En vägledning över hur den gamla betongen eller berget ska bedömas så att den bäst lämpade åtgärden sätts in.
- Dimensionering, rekommendationer om utformning och applicering så att önskad bärighet erhålls.
- Val av reparationsåtgärd med tanke på beständigheten, rekommendationer om lämplig metod för den aktuella skadetyper och skadans placering.
- Förarbeten, bilning, blästring, rengöring, förvattning gärna relaterat till skadetyp.
- Tillvägagångssätt när stora ytor ska repareras för att säkra vidhäftning.
- Utrustning och sprutteknik, allmänna rekommendationer för existerande utrustning och tekniker relaterat till olika material.
- Förvattning av ytan som ska sprutas, d.v.s. den gamla betongen.
- Förfuktning av materialet vid torrsprutning, rekommendationer om hur mycket vatten som ska tillsättas.
- Delmaterial, såsom lämplig ballastsammansättning, tillsatsmaterial, vct etc, allmänna rekommendationer.
- Fiberarmering eller distansarmering, rekommendationer om vilken fiberarmering som kan vara lämplig i det ena eller andra fallet och om när armering i huvudtaget är nödvändig.
- Antalet påslag, hur tjocka, med eller utan fibrer i sista påslaget med hänseende till bärförmåga, vidhäftning och estetik.
- Härdning, eftervattning eller membranhärdning, när rekommenderas den ena eller andra metoden.
- Kontroll, provning och krav enligt EU-standard presenteras på ett tydligt sätt.
- Åtgärder vid missar i utförandet, exempelvis vid bom.
- Lista på befintliga utbildningar för beställare och entreprenörer. (Kommentar från beställarsidan som baseras på att detta kan vara ett sätt att kontrollera den anlitade entreprenören om de har de rätta kunskaperna inom området.)

Förutom allmänna rekommendationer finns önskemål om beskrivningar av några typiska sprutbetongreparationer.

Vid dessa typfall ska vanligt förekommande förutsättningar gälla och tydliga beskrivningar bör finnas över bedömning av skada, förarbeten, materialval, utförande och utrustning samt efterarbeten och kontroll.

Det bör även finnas en tabell över vanliga skador och skadeorsaker samt de metoder som är lämpliga för att laga den aktuella skadan, torr- våtsprutning, fiberarmerat eller ej, etc.

5.2.2 Exempel på existerande "handböcker" och rekommendationer

Nedan anges endast i korta ordalag vem som distribuerar varje "handbok" och vad den innehåller.

"Bergförstärkning med sprutbetong" [4] är en handbok vänder sig i första hand till byggare i Norden med intresse för bergförstärkning med sprutbetong. Den är avsedd att användas av beställare, kontrollanter, entreprenörer, ingenjörsgéologer och konstruktörer inom anläggningsbranschen.

Handboken behandlar:

- Val av förstärkningsprinciper
- Dimensionering
- Synpunkter på bygghandlingar
- Kontroll
- Arbetsteknik - rengöring av bergytan. (Dränering eller sprutteknik behandlas inte.)

I handboken finns även ett antal exempel på användningsområden för sprutbetong, som reparation av sprickor i lamelldamm, dimensionering av sprutbetongförstärkning utsatt för vissa yttre laster och vibrationer m.m.

I Vägverkets **"Bro 94"** [5] anges en del krav och hänvisningar som ska följas vid sprutbetongarbeten som utförs åt Vägverket på någon av deras konstruktioner. Kraven gäller beräkning av bärförmåga vid ökad egentyngd. Dessutom finns krav på den personal som utför arbetet samt krav på material, armering, utförande, efterbehandling och kontroll. Förutom kraven finns diverse hänvisningar till Betonghandboken.

I **Betonghandboken**, utgiven av Svensk Byggtjänst, finns i delarna arbetsutförande och reparation [6 och 7] allmän information och riktlinjer för sprutbetongarbeten.

Handboken för arbetsutförande behandlar:

- Metoder – torr- och våtsprutning
- Utrustning
- Användningsområden – bergförstärkning, reparation etc.
- Material - bindemedel, ballast och tillsatsmedel
- Armering, konventionell armering och fibrer
- Arbetsutförande
- Härdning
- Arbetsmiljö
- Materialets egenskaper och provning av dessa

I betonghandboken för reparation kompletteras de uppgifter som finns i boken för arbetsutförande inom följande områden:

- Betongmaterials beständighet i allmänhet
- Material
- Arbetsutförande
- Miljö och säkerhet

Dessutom finns något exempel på utförd reparation där sprutbetong använts.

Österrikiska betongföreningen har skrivit en publikation som behandlar riktlinjer för utförande och provtagning av sprutbetong [8]. Senaste utgåvan är från 1999.

Innehållet i publikationen är följande:

- Sprutbetongs miljöpåverkan
- Material - bindemedel, tillsatsmedel, tillsatsmaterial, ballast, vatten etc.
- Blandningsförfaranden
- Utförande av både torr- och våtsprutning
- Tillsatsmedel - acceleratorer etc.
- Krav - betongklasser, hållfasthet, frostresistens, konstruktionskrav o.s.v.
- Specialfall - bl.a. inblandning av fibrer
- Provning - vilken provningsmetod som gäller och i vilken omfattning
- Kvalité – före, under och efter sprutbetongarbetet
- Standardförteckning - över de standarder som nämns i skriften

EFNARC, European Federation of Producers and Applicators of Specialist Products for Structures, har skrivit riktlinjer för beställare och entreprenörer vilket behandlar specifikationer för sprutbetong som ska vara anpassade till hela Europa [9]. Denna specifikation har under åren använts inom sprutbetongområdet på flera håll i världen och använts som ett referensdokument. Senaste utgåvan är från 1999.

Specifikationen tar upp:

- Material - bindemedel, tillsatsmedel, vatten, fibrer etc.
- Proportionering
- Åtgärder för att betongen ska få bästa beständighet
- Blandning
- Utförande
- Utrustning.
- Provningsmetoder
- Kontroll av kvalité
- Miljöpåverkan.

ACI, Amerikanska betonginstitutet, har gett ut en publikation [10] som ska vara behjälplig vid sprutbetongarbeten. Den senaste utgåvan är från 1990.

Publikationen tar upp ämnen som:

- Material
- Utrustning
- Personal organisation
- Förarbeten
- Proportionering
- Blandning
- Utförande
- Kvalitetskontroll

Norska betongföreningen har gett ut en publikation [11] som behandlar bergförstärkning med sprutbetong. Senaste utgåvan är från 1999.

Publikationen behandlar och ger vägledning när det gäller:

- Materialegenskaper
- Material
- Betongtillverkning
- Utförande.
- Kvalitetssäkring
- Förslag på dokumentation
- Provningsmetoder - hållfasthet i tidigt och senare skede, seghet, vidhäftning, fiberinnehåll
- Kontroll/provningsmetoder - vid produktion, av egenskaper hos delmaterialen, vid utförande etc.

SveBeFo, Stiftelsen Svensk Bergteknisk Forskning, har finansierat en sammanställning [12] av de viktigaste riktlinjerna/delarna av några utvalda referenser. Exempel på referenser är standarder och riktlinjer från Sverige, Japan, U.S.A., Kanada, Österrike m.fl. länder. Dessutom finns en del personliga kommentarer från författaren. Rapportens syfte var att ligga till grund för fortsatt arbete att ta fram specifikationer och regler för sprutbetongarbeten.

Rapporten redovisar riktlinjer för:

- Delmaterial - cement, ballast, fibrer, silika etc.
- Satsning, blandning och transport av sprutbetong
- Förarbete, förvattning av motgjuten betong
- Förstärknings arbeten, bergförstärkning
- Utrustning
- Miljö och säkerhet
- Utförande
- Efterbehandling
- Kvalitetskontroll

- Provningsmetoder

5.3 Forskningsbehov

5.3.1 Allmänna synpunkter och önskemål om framtida forskning

Nedan följer en sammanställning av alla aktörers önskemål om framtida forskning.

- Sprutbetongens allmänna miljöpåverkan med tyngdpunkt på acceleratoreorna.
- Vilka krav är relevanta att sätta på sprutbetong med hänsyn till var sprutningen sker.
- Effektiva betongrecept för sprutbetong så att de blir mest ekonomiskt lönsamma, t.ex. minimera spill, bästa beständighet, billigare delmaterial, mindre mängd tillsatsmedel etc.
- Hur ska optimal vidhäftning mot berg, sten, gammal betong samt mot karbonatiserad betong erhållas
- Fibrernas funktion kontra kostnad. Ökar konstruktionens beständighet, bärighet så pass att det motiverar den högre kostnad som inblandning av fibrer innebär.
- Garanterat frostbeständig sprutbetong, speciellt den våtsprutade. Ta fram en vägledning på hur detta ska genomföras praktiskt.
- Forstbeständigheten i zon mellan gammal och ny betong.
- Hur ser långtidsstabilitet för sprutbetong innehållande alkalifria tillsatser ut (Alkalifria tillsatsmedel möjliggör tjockare påslag vilket kan leda till att tiden för åtgärd är kortas ned.)
- Kunskapsåterföring, uppföljning av utförda sprutbetongreparationer för att se vad som gick bra/dåligt och lära av detta.
- Fortsatt arbete med metod för mätning av sprutbetongs seghet.
- Olika parametrars betydelse på ytans jämnhet, t.ex. konsistensen, delmaterialen etc.
- Dimensionering
- Bra metoder för härdning, utveckling av membranhärdare eller förbättra befintlig teknik.

Den allmänna synpunkten är att sprutbetong som reparationsmaterial ska bli enklare att använda, kvalitén ska säkerställas samt att arbetet ska kunna genomföras till så låg kostnad som möjligt.

5.3.2 Forskning som bedrivs idag

Huvuddelen av den pågående sprutbetongforskningen idag är inriktad mot bergförstärkning. Frågeställningarna är till viss del likartade, men många specifika frågor för just reparationer behandlas ej.

Flera pågående projekt i Sverige idag är inriktade mot dimensionering och funktion hos fiberarmerad sprutbetong använd vid bergförstärkning. "Bergmekanisk dimensionering med statistiska metoder", "Dimensionering av stålfiberarmerade konstruktioner i sprutbetong" och "Bergförstärkning med sprutbetong vid varierande belastningsförhållanden" är titlarna på tre dimensioneringsrelaterade projekt som bedrivs vid KTH och LTU/LKAB. Vid KTH bedrivs också ett projekt som behandlar hur ung sprutbetong klarar av vibrationer från sprängning. I en rapport [13] från en workshop som hölls i Älvkarleby finns alla ovan nämnda projekt beskrivna i detalj

Vid Vattenfall Utveckling AB i Älvkarleby är forskningen i dagsläget inriktad mot beständighets- och utförandefrågor både vid reparation och bergförstärkning med sprutbetong. Stålfiberkorrosion i sprickor, brottmekaniska betraktelser och reologi hos våtsprutad betong är projekt som pågått under 1999. De sistnämnda finns rapporterade i tre rapporter, varav en är en sammanställning från Kraftindustrins Betongdag 1999 [14], "Reologins inverkan på den färska sprutbetongens egenskaper - en litteraturstudie" [15] och "Sprutmetodik och färsk sprutbetong - ett examensarbete" [16].

6 Diskussion och Slutsatser

Denna sammanställning grundar sig på att det utförs allt fler sprutbetongreparationer samt att det dykt upp problem och frågor vid beställning och utförande. Dessutom har vissa reparationsresultat ansetts som mindre lyckade.

Sammanställning visar att sprutbetong används som reparationsmaterial på ett antal olika konstruktioner där utförande och material varierar [2] och [3]. Beständigheten får anses som god i de flesta fall. Det ska dock kommenteras att de flesta sprutbetongreparationer som följts upp är ca. 10 år gamla idag och har därför långt ifrån uppnått den ålder som de förväntas klara av utan nedbrytning.

Kunskapen hos beställare, entreprenörer, konsulter och materialtillverkare är i vissa fall bristfällig, vilket är en bidragande orsak till de problem och frågor som finns. Dessa problem och frågor rör framförallt utförandet. Några kommentarer finns vad gäller beställning, projektering och beständigheten, men inte alls i lika stor omfattning.

De frågor och problem som finns rör framförallt:

- Kunskapen hos de olika aktörerna
- Vidhäftning mot diverse material
- Provning och kravnivåer och förståelsen för dessa

De åtgärder som kan sättas in är utbildning på både beställar-, kontrollant- och entreprenörsidan. Denna utbildning kan innefatta både allmän kunskap om material och utrustning, men även praktiska försök bör ingå.

En handbok för sprutbetongreparationer kan vara till hjälp om den utformas på rätt sätt, d.v.s. att den är relativt omfattande. Med detta menas att den bör innehålla rekommendationer om material, utrustning och utförande samt specificerade krav och kontrollprogram. Dessutom bör den innehålla flera typfall där allt från konstruktion, skadetyp och skadeorsak till förarbeten, val av material, utförande, efterarbete och kontroll anges. Handboken bör vara kopplad till den EU-standard som är under framtagning och vara ett komplement till denna och på ett lättbegripligt sätt visa exempel på hur de krav som finns i standarden ska kunna uppfyllas.

Utöver insatser med utbildningsprogram och handbok kan en sammanställning över utförda sprutbetongreparationer göras och därmed utnyttjas erfarenheter från tidigare utförda reparationer. Den databas som byggts upp hos Vattenfall Utveckling AB kan vara en grund för detta arbete. Genom att på dessa sätt sprida information om sprutbetong som reparationsmaterial bör antalet utförda sprutbetongreparationer med bristfällig kvalitet kunna minskas. Men för att helt kunna eliminera de brister som förekommer i utförandet och skapa en fullgod förståelse för material, metoder, utrustning, utförande, provning etc krävs fortsatt forskning inom sprutbetongområdet. De synpunkter som presenteras i kapitel 5.3 kan vara ett led i detta fortsatta arbete.

7 Referenser

- [1] Silwferbrand, J., "Lagning av betongskador med sprutbetong – Försök med balkar under statisk och utmattande last", Kungliga Tekniska Högskolan, Institutionen för byggnadsstatistik TRITA-BST-0153, 1988
- [2] Nordström, E., "Sprutbetongs beständighet – Inventering", SveBeFo rapport nr 26 / Elforsk rapport nr 96:18, 1996
- [3] Björkenstam, E.; "Inventering av utförda betongreparationer på svenska vattenkraftanläggningar", Elforsk rapport nr 99:26, oktober 1999
- [4] Vägverket; "BRO 94 VV Publ. 1994:7", Brounderhåll 74.4 Sprutbetong, 1994
- [5] Holmgren, J.; "Bergförstärkning med sprutbetong", Vattenfall, 1992
- [6] Andersson, R., m.fl.; "Betonghandboken – Arbetsutförande, kapitel 24", AB Svensk Byggtjänst, Cements AB, Örebro 1994
- [7] Balkrud, J-O, m.fl.; "Betonghandboken – Reparation, kapitel 2, 4, 5 och 7", AB Svensk Byggtjänst, Cements m.fl., Stockholm 1988
- [8] Österreichischer Betonverein; "Sprayed Concrete Guideline Application and Testing", 1999
- [9] EFNARC; "Guidelines – for specifiers and contractors", IBN 0 9522483 6 0, 1999
- [10] ACI Committee 506; "Guide to shotcrete", ACI 506R-90, 1990
- [11] Norsk Betongforening; "Spøytebetong til fjellsikring – Publikasjon nr. 7", 1999
- [12] Malmberg, B.; "Shotcrete for Rock Support, Guidelines and Recommendations – A Compilation", Stiftelsen Bergteknisk Forskning BeFo 463:1/93, 1993
- [13] Nordström, E.; "Sprutbetongrelaterad forskning i Sverige", Forskarträff i Älvkarleby den 22/10, 1998, Vattenfall Utveckling AB, UC 98:5Ö, 1998.
- [14] Alemo, J m.fl.; "Sammanfattning av föredrag – Kraftindustrins betongdag 1999", 1999, Vattenfall Utveckling AB, UC 99:12Ö.
- [15] Rådman, J.; "Reologins inverkan på den färska sprutbetongen egenskaper – en litteraturstudie", Vattenfall Utveckling AB, UC 99:11, oktober 1999.

- [16] Eklund, D.; "Sprutmetodik och färsk sprutbetong – examensarbete", Vattenfall Utveckling AB, UC 99:8Ö, oktober 1999.

A Informationsbrev och frågeenkät

Emma Björkenstam

Älvkarleby 1999-09-30

19 036-03

Företag
Namn
Adress
POSTADRESS

VAD VILL DU VETA OM REPARTIONER MED SPRUTBETONG?

I ett projekt finansierat av ELFORSK utför Vattenfall Utveckling AB en kartläggning av betongreparationer där sprutbetong använts. Projektet behandlar de eventuella problem och frågetecken som uppstår vid beställning, projektering, utförande och bruk av reparationer med sprutbetong.

Alla slags konstruktioner och anläggningar där sprutbetongarbeten har utförts är av intresse för projektet.

Syfte och mål

Syftet är att genom att ta kontakt med beställare, konstruktörer och entreprenörer få en klarare bild av vilka problem/osäkerhetsfaktorer som finns vad gäller reparationer med sprutbetong.

Målet är förutom att kartlägga forskningsbehov också att definiera vad en eventuell framtida handbok för sprutbetongreparationer bör innehålla. Handboken ska underlätta kravställande och föreslå lämpliga metoder för kvantifiering. Dessutom bör en handbok innehålla grundläggande rekommendationer om utförande.

Genomförande

Projektet genomförs enligt följande punkter:

- Informationsbrev och frågeenkät skickas till utvalda kontaktpersoner. (Den databas som skapats i och med ett tidigare ELFORSK-projekt ligger delvis till grund för att finna lämpliga kontaktpersoner och intressanta objekt.)
- Uppföljning av utskick.
- Sammanställning av insamlat material och redovisning i rapportform.

Övrigt

Projektet börjar med detta informationsbrev och bifogad enkät med frågor som vi ber er besvara så utförligt som möjligt. Svaren kan skickas eller faxas. Adress och fax nummer är:

Vattenfall Utveckling AB
Emma Björkenstam
814 26 Älvkarleby

Fax nr.: 026-836 30 Tel nr.: 026-836 43

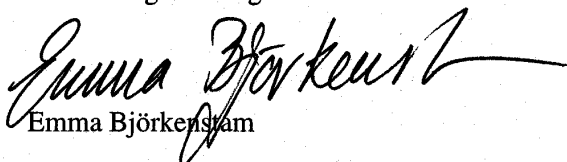
Svaren bör vara oss till handa innan den 8 oktober 1999 och uppstår det några frågor rörande projektet eller Betongtekniks verksamhet i övrigt så går det bra att ringa.

Kontaktpersoner är:

Emma Björkenstam 026-836 43 och Erik Nordström 026-836 63.

Vi vill på förhand tacka för den tid som ni lägger ner och hoppas att ni kommer att få nytta av vårt gemensamma arbete.

Med vänlig hälsning


Emma Björkenstam

Frågeenkät

Svara så utförligt som ni anser möjligt. Bifoga gärna kopior på dokument om det skulle underlätta förståelsen för ev. problem som uppstått.

Skicka eller faxa in enkäten så att den är oss tillhanda senast den 14:e juni 1999.

Faxnr.: 026-836 30

Kontaktperson

Företag

Namn

Adress

Telefon

Faxnummer/e-mail adress

Problem och frågetecken vid...

...beställning

...projektering

...utförande

...bruk av reparationer med sprutbetong

Synpunkter på vad en handbok för sprutbetongreparationer bör innehålla:

Förslag på konkreta forskningsbehov:

B Kontaktade företag

De företag som kontaktats i och med detta projekt redovisas i tabell B.1 nedan. Där anges även om företaget deltagit eller ej.

Tabell B.1. Kontaktade företag och redovisning av antalet deltagare i projektet.

Företag	Deltagande
Bergsäker Konsult	Ja
BESAB	Ja
Borås Energi AB	-
Banverket	Ja
Byggs	Ja
CBI	Diskussion förts
Falkenberg Energi AB	-
Forsaströms Kraftaktiebolag	-
Graninge Kraft	-
Birka Energi	Ja
Gävle Energi	-
J & W	Ja
Jämtkraft AB	-
KTH	Ja
Lafarge	Ja
Leksand-Rättviks Energi AB	-
Lemminkäinen Constr. Ltd.	Diskussion förts
Modern Betong Teknologi	Ja
Modo Kraft AB	-
NCC	Ja
Norrköpings Energi	-
Ockelbo Kraft	Ja
Olofströms Kraft	-
PEAB	Ja
Rescon	-
Roden Energi AB	-
SIAB	Ja
Svenska Sika AB	Ja
Skellefteå Kraft	Ja
Sollefteå Kraft AB	-
Stabilator	Ja
Stockholm Energi	-
Stora Enso	Ja
Sydkraft Vattenkraft AB	Ja
Swedpower	Ja
Statens Provningsanstalt	Ja
Tekniska Verken i Linköping AB	-

Forts. Tabell B.1.

Företag	Deltagande
Uppsala Energi AB	Ja
Vatten Reglerings Företagen	Ja
Vattenfall	Ja
Vegvesen (Norge)	-
Vägverket	Ja
Västbergslagens Energi AB	-
YIT	Ja

ELFORSK

SVENSKA ELFÖRETAGENS FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGS – ELFORSK – AB
Elforsk AB, 101 53 Stockholm. Besöksadress: Olof Palmes Gata 31
Telefon: 08-677 2530. Telefax 08-677 2535
www.elforsk.se