

Betongteknik: En överblick över 30 års forskning och utveckling

Sammanställningsprojekt av forskningsrapporter med hjälp
av AI-Teknik

Alexander Herlin, Mikael Jacobsson, David Nordmark,
Beyzanur Kaya

Agenda

- Bakgrund
- Metoder,
 - Uppgift 1-Insamling av rapporter
 - Uppgift 2-Rapporter I kronologisk ordning
 - Uppgift 3-Sammantällning av varje rapport
 - Uppgift 4-Kategorisering och gemensam syntes
 - Erfarenheter från arbete med AI

Bakgrund, Syfte och mål

Bakgrund

- Betongtekniskt program vattenkraft, kärnkraft, VAST, Elforsk
- Många rapporter
- Svårt att överblicka
- Svårt att tillgodogöra sig viktig information
- Finansiering av forskningsprojekt sedan Elforsk grundades 1993

Syfte och mål

- Skapa en förteckning över utförda projekt
- Kortfattad sammanställning för varje rapport
- Kategorisera rapporter med likartade frågeställningar
- Redovisa en gemensam syntes per kategori

Uppgift 1 – Insamling av rapporter

- Datainsamling:** 14 701 dokument. En stor del olika typer av försättsblad, separata sammanfattningar och dubbletter.
- Filtrering:** Identifierar 2520 potentiella rapporter för analys.
- Textextraktion:**
 - Använder PyMuPDF och docx för att extrahera text.
 - Dokument som inte innehöll text låg som bildformat och behövdes konverteras med OCR-teknik via pdf2image och pytesseract.
- Textrening:** Tar bort onödiga tecken och korrigerar upprepningar.
- Filprioritering:** Behandlar dokument i ordningen PDF, DOCX, och DOC.
- Nyckelordsfilter:** Dammsäkerhet, Betongtekniskt program vattenkraft, Betongtekniskt program kärnkraft, SVC, Elforsk, Betong, Cement, Armering, Concrete, Cement, Reinforcement.
- Resultat:** Över 500 dokument klassificeras som relevanta efter filtrering. De fick även en relevansklass 1-5 baserat på hur nära sökorden de låg.
- Analysramverk:** Resultaten sammanställs i en pandas DataFrame (exceldokument) för vidare analys.
- Manuell rensning** bland irrelevanta rapporter, dubbletter och att hitta nummer till okända rapporter.
- Slutligen** erhöles 232 relevanta skrifter/rapporter som projektet baseras på.

NUM	BESKRIVNING AV RAPPORTEN	ÅR	AVGÖR	AVGÖRANDE
47	Betongtekniskt program kärnkraft	2023	2023-945	Betongprovningar i nedlagda reaktorinneslutningar Energiforskrapport
48	Dammsäkerhet	1999	99_45	Utvärdering av befintliga metoder för oförstörande provning av betong i kraftanläggningar
49	Dammsäkerhet	1999	99_22	Erosionsskydd för svenska fyllningsdammar
50	Dammsäkerhet	1999	99_25	Anpassning av fyllningsdammar för att motstå tillfällig överdamning
51	Dammsäkerhet	1999	99_34	Inre erosion i svenska dammar Beskrivning och utvärdering av rapporterade sjunkpropar
52	Dammsäkerhet	2001	01_29	Studie och uppföljning av reparationer utförda på utskov/skibord
53	Dammsäkerhet	2002	02_03	Islaster mot hydrauliska konstruktioner, med inriktning mot betongdammar Litteraturstudie och styrande parametrar
54	Dammsäkerhet	2005	05_34	Fillerbruk för reparationsinjektering av fyllningsdammar
55	Betongtekniskt program vattenkraft	2006	06_19	Metod för bestämning av vattenpermeabilitet hos betong
56	Dammsäkerhet	2006	06_84	Beskrivningsmanual för berganläggningar inom vattenkraft
57	Dammsäkerhet	2006	06_72	Earthquake hazard for dams in Sweden
58	Dammsäkerhet	2007	07_11	STABILITÄTSANALYS AV BETONGDAMMAR Seminarium 2006-11-27
59	Betongtekniskt program vattenkraft	2007	07_87	Uppföljning av injekteringsarbeten Kanalmur, Älvkarleby
60	Dammsäkerhet	2007	07_53	Reparationsmetoder för dammkropp i relation till inre erosion
61	Dammsäkerhet	2008	08_21	Sprickstillväxt i lamelldammar Tillämpning av icke-linjära modeller – Del I
62	Dammsäkerhet	2008	08_59	BETONGDAMMARSLIDSTABILITET – FÖRSLAG PÅ NYA RIKTLINJER
63	Dammsäkerhet	2009	09_75	Polymerbaserade kompositspännstag Litteratursammanställning
64	Dammsäkerhet	2010	10_66	Analysis and Development of Hydro Power Research. Synthesis within Swedish Hydro Power Centre
65	Dammsäkerhet	2010	10_03	Verksamhetsberättelse Svenskt VattenkraftCentrum 2005-2009
66	Dammsäkerhet	2010	10_95	Experiences from Hydraulic Model Tests in Dam Rebuilding Projects
67	SVC	2010	10_87	Förstudie hydraulisk design Inventering och översiktlig utvärdering av bottenutskov i svenska dammanläggningar
68	Betongtekniskt program vattenkraft	2011	11_60	Vägledning för cementinjektering av betongkonstruktioner – Projekttering, utförande och kontroll
69	Dammsäkerhet	2012	12_65	Reparationsinjektering av dammar och undergrund Strategi för forskning och utveckling
70	Betongtekniskt program vattenkraft	2013	13_69	Eurokoder Jämförande beräkningar för betongkonstruktioner inom vattenbyggnadsområdet
71	Betongtekniskt program vattenkraft	2013	13_38	Behovsstudie av polymera material i betongkonstruktioner
72	Dammsäkerhet	2013	13_49	Verksamhetsberättelse Svenskt VattenkraftCentrum 2009-2012
73	Dammsäkerhet	2013	13_70	ANALYSIS OF DISPLACEMENTS AND CRACK FORMATIONS IN FOUNDATIONS FOR HYDROPOWER GENERATORS
74	Dammsäkerhet	2013	13_70	Tillståndsbedomning av förankringsstag i dammar Inventering av möjliga metoder och förslag på vidareutveckling
75	Dammsäkerhet	2013	13_68	Eurokoder Jämförande beräkningar inom vattenbyggnadsområdet
76	Betongtekniskt program vattenkraft	2013	13_39	Utvärdering av egenskaperna hos fogband i mjukgjord PVC för betongkonstruktioner – Korrelation mellan accelererad åldring, långtidsexponering och fogband i drift.
77	Dammsäkerhet	2013	13_56	ISLAST MOT DAMMKONSTRUKTIONER Sammanställning av kunskapsläget samt förslag till forskning och utveckling
78	Dammsäkerhet	2013	13_07	Quantitative risk analysis for dams – a case study in Sweden
79	Betongtekniskt program kärnkraft	2013	13_79	Seismic analyses of nuclear facilities with interaction between structure and water Comparison between methods to account for Fluid-Structure-Inte
80	Dammsäkerhet	2014	14_57	Islaster mot dammkonstruktioner-förklarad förhållande

2.5 DAMMSÄKERHET

Totalt 85 rapporter.

Uppgift

- VAST (bildade
- Elforsk (bildade
- Betongteknisk
- Betongteknisk
- Dammsäkerhet
- SVC (bildades

Årtal:Rapportnr	Titel
1998:33	Kunskapsåterföring på betongområdet från det amerikanska REMR-programmet
1999:45	Utvärdering av befintliga metoder för oförstörande provning av betong i kraftanläggningar
1999:22	Erosionsskydd för svenska fyllningsdammar
1999:25	Anpassning av fyllnadsdammar för att motstå tillfällig överdämning
1999:34	Inre erosion i svenska dammar - Beskrivning och utvärdering av rapporterade sjunkgruppar
2001:29	Studie och uppföljning av reparationer utförda på utskov/skibord
2002:03	Islaster mot hydrauliska konstruktioner, med inriktning mot betongdammar - Litteraturstudie och styrande parametrar
2005:34	Fillerbruk för reparationsinjektering av fyllningsdammar
2006:29	Spruckna betongdammar - Översikt och beräkningsmetoder
2006:84	Besiktningsmanual för berganläggningar inom vattenkraft
2006:72	Earthquake hazard for dams in Sweden
2007:11	Stabilitetsanalys av betongdammar - Seminarium 2006-11-27
2007:53	Reparationsmetoder för dammkropp i relation till inre erosion
2008:65	Skador och reparationsmetoder
2008:21	Spricktillväxt i lamelldamm Tillämpning av icke-linjära modeller - Del I
2008:59	Betongdammars glidstabilitet - Förslag på nya riktlinjer
2009:76	Non-dispersible underwater concrete and maintaining technology of erosion damage - Chinese experiences
2009:73	Utredning och provtagning av förankringsstag i Hotagens regleringsdamm
2009:75	Polymerbaserade kompositspännstag - Litteratursammanställning

2.3 ENERGIFORSK BETONGTEKNISKT PROGRAM VATTENKRAFT

Totalt 36 rapporter.

ron

opstart)-

Årtal:Rapportnr	Titel
2006:19	Metod för bestämning av vattenpermeabilitet hos betong
2007:67	Uppföljning av injekteringsarbeten Kanalmur, Älvkarleby
2008:66	Månsbo gamla kraftverk Uppföljning av betongkonstruktionens rivning
2011:60	Vägledning för cementinjektering av betongkonstruktioner - Projektering, utförande och kontroll
2013:55	Risker för alkalisilikareaktion i dammar av betong med lågalkaliska cement och ballast från fjällbergarter Undersökning av fyra dammar
2013:69	Eurokoder Jämförande beräkningar för betongkonstruktioner inom vattenbyggnadsområdet
2013:38	Behovsstudie av polymera material i betongkonstruktioner
2013:39	Utvärdering av egenskaperna hos fogband i mjukgjord PVC för betongkonstruktioner - Korrelation mellan accelererad åldring, långtidsexponering och fogband i drift.
2016:281	Syntes av betongtekniskt program kärnkraft
2016:257	Inventering av spricktyper i vattenkraftens betongkonstruktioner
2015:258	Injekterad betongs egenskaper
2016:254	Inspektionsmetoder för inre vattenvägar i vattenkraftverk
2016:308	Summering av betongtekniskt program vattenkraft
2016:241	Fogmassor i betongkonstruktioner
2016:252	Fältstation för långtidsprovning i älvmiljö
2016:240	Provning och analys av nya och åldrade fogband
2016:253	Vägledning för val av ballast i vattenbyggnadskonstruktioner
2017:251	Bestämning av frisk och urlakad betongs kemiska sammansättning
2018:479	Inblandning av flygaska i vattenbyggnadsbetong
2018:512	...

Uppgift 3 – Sammanställning av varje rapport

3.1.2 1991 Cementinjektering i äldre sten- och betongdammar

Ett frågebatteri till Pandas Data ska svara på frågorna.

Till exempel hur långt svar, vilka

Följande frågor ställdes:

1. Vad är rapportens frågeställning?
2. Vad är rapportens resultat?
3. Vad är rapportens slutsats?
4. Finns det förslag på fortsatta studier i rapporten?
5. Finns det nyckelord i rapporten?

1. Vad är rapportens frågeställning?

Rapporten syftar till att undersöka möjligheten och effektiviteten av cementinjektering som en reparationsmetod för äldre svenska sten- och betongdammar, särskilt de byggda under tidigt 1900-tal, som nu är i behov av reparationer. Rapporten utforskar de förbättringar som skett inom tekniken och materialen för cementinjektering baserat på erfarenheter från tidigare projekt.

2. Vad är rapportens resultat?

Resultaten visar att cementinjektering kan vara en acceptabel metod för reparation av äldre dammar som inte är alltför hårt hållfasthetsutnyttjade. Det framgår att denna metod kan förlänga livslängden på en damm med minst 15-20 år, och potentiellt 30-40 år i gynnsamma fall. Resultaten indikerar också att kostnaden för cementinjektering är betydligt lägre än för konventionella reparationsmetoder.

3. Vad är rapportens slutsats?

Slutsatsen är att cementinjektering är en effektiv och ekonomiskt fördelaktig metod för att reparera och förbättra tätheten i äldre

dammar, vilket kan skjuta upp behovet av mer omfattande och kostsamma reparationer. Det konstateras dock att det aldrig är möjligt att helt återställa skadade delar av en damm till nyskick och att det är viktigt att kontrollera och åtgärda eventuella förändringar i upptryckskrafter efter injekteringen.

4. Finns det förslag på fortsatta studier i rapporten?

Rapporten nämner inte specifikt förslag på fortsatta studier, men baserat på innehållet kan ytterligare forskning inriktas på att utveckla oförstörande provningstekniker, förbättra förståelsen för betongens porstruktur och dess påverkan på injekteringsresultatet, samt långsiktiga studier av injekterade dammars hållbarhet och prestanda över tid.

5. Finns det nyckelord i rapporten?

Rapporten innehåller inga explicit angivna nyckelord, men baserat på innehållet kan följande nyckelord representera rapportens innehåll:

- Cementinjektering
- Reparation av dammar
- Äldre betongkonstruktioner
- Hållfasthetsutnyttjande
- Livslängdsförlängning

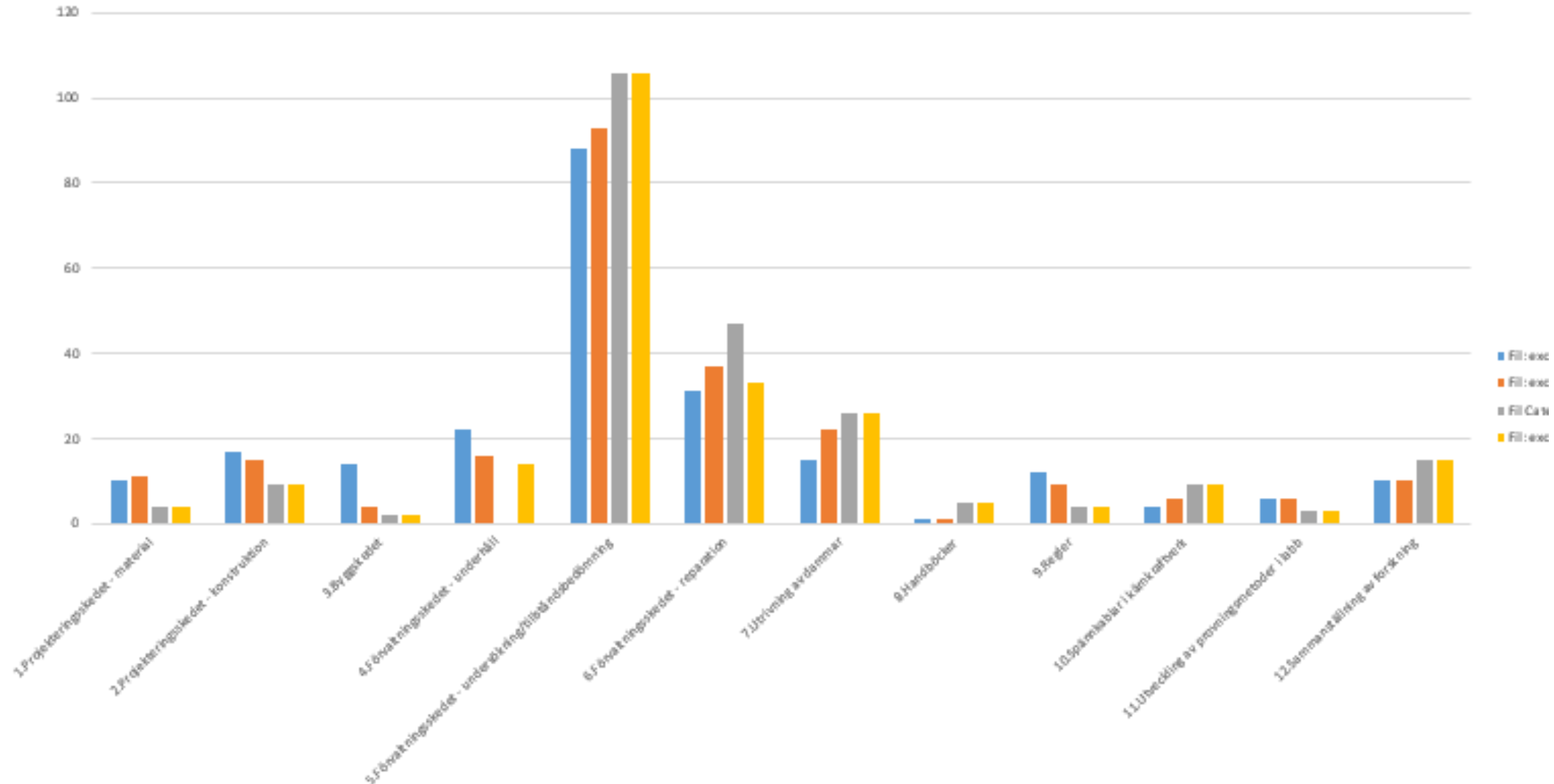
Uppgift 4 – Kategorisering och geme

- Kategorier enligt livscykel + några sidokott
- Metod: Skriva en logik till AI för att sortera. “Alla med handbok sorteras först”, Spänka underrubrikerna som filterord.
- Resultatet spretar och AI har inte samma känsla som människa

Del i konstruktionens livscykel	Underrubriker och ledord
1.Projekteringsskedet - material	1.Material-polymera material 2.Material-nya cement 3.Material-ämne som påverkar betong
2.Projekteringsskedet - konstruktion	1.Projektering/dimensionering 2.Temperatursprickor 3.Avsva 4.Dimensionering förstärkning 5.Teoretiska beräkningar
3.Byggskedet	1.Gjutteknik 2.Byggtknik 3.Uttorkning 4.Fukt 5.Härdning 6.Temperatur i betong
4.Förvaltningsskedet - underhåll	1.Förvaltning 2.Underhåll 3.Ytskydd på betong 4.Katodiskt skydd
5.Förvaltningsskedet - undersökning/tillståndsbedömning	1.Mätmetoder i fält 2.Tillståndsbedömning 3.Oförstörande provning 4.Orsaker till armeringskorrosion i kloridvatten
6.Förvaltningsskedet - reparation	1.Injektering 2.Utvärdering 3.Pågjutning 4.Sprutbetong 5.Undervattensgjutning 6.Fogar
7.Utrivning	1.Utrivning av dammar 2.Dammbrott
8.Handböcker	
9.Regler	1.Utveckling av regler/bestämmelser
10.Spännkablar i kärnkraftverk	2.Reaktorinneslutning/spännkablar
11.Utveckling av provningsmetoder i labb	1.Labbprov betong och fog 2.Utveckla labbprov
12.Sammanställning av forskning	

Uppgift 4 – Kategorisering och gemensam syntes

Antal rapporter per kategori



Uppgift 4 – Kategorisering och gemensam syntes

- Gemensam syntes i liknande stil
- I vilken riktning pekar forskningen och resultaten?
- Är det något resultat som avviker eller resultat som motsäger varandra?

Gemensam syntes av rapporternas frågeställningar

Inledning

Denna syntes sammanfattar och analyserar de gemensamma frågeställningarna som framkommit i rapporterna om injekteringsbetong och kemisk injektering i betong. Forskningen inom detta område har visat på en ökad förståelse för injekteringsmetodernas potential och begränsningar, samt en strävan att förbättra metoderna för att säkerställa hållbarhet och effektivitet i betongkonstruktioner.

Forskningsriktning

Forskningen pekar mot en ökad användning av injekteringsbetong som en kostnadseffektiv och tekniskt fördelaktig metod för både nyproduktion och reparation av betongkonstruktioner. Rapporterna visar att injekteringsbetong kan erbjuda fördelar som minskad cementanvändning och därmed lägre värmeutveckling, vilket är avgörande för konstruktionens livslängd och hållbarhet. Det framhålls att metoden kan vara särskilt användbar i situationer där det ställs krav på täthet och där traditionella metoder kan vara otillräckliga.

Vidare indikerar rapporterna att det finns ett behov av att fylla kunskapsluckor, särskilt inom områden som materialtekniska och produktionstekniska frågeställningar. Det framkommer att det är nödvändigt att undersöka injekteringsbrukets krympning,

Erfarenheter

- Stora bibliotek går att hantera med AI men svårt för människa att kontrollera. (+15 000 filer)
- Filnamn, filtyper och korrumperade filer gör att AI inte kan tolka texten.
- Bra sammanfattningar av rapporter.
- Sortera i kategorier är svårt för AI. Det mesta blir rätt men måste kontrolleras av människa och justeras
- Att sammanfatta i synteser går bra, kanske saknar detaljer som människa hade lagt in.