

VÄGLEDNING FÖR VAL AV BALLAST I KONSTRUKTIONER FÖR VATTENBYGGNAD

RAPPORT 2016:253



Vägledning för val av ballast i konstruktioner för vattenbyggnad

ERIK NORDSTRÖM

ISBN 978-91-7673-253-3 | © 2016 ENERGIFORSK

Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30 | E-post: kontakt@energiforsk.se | www.energiforsk.se

Omslagsfoto: Erik Nordström

Förord

Det har inom vattenbyggnadsbranschen identifierats ett behov av att få fram en vägledning vid val av ballast för betongkonstruktioner i Sverige. Syftet är att undvika risken för alkali-silika-reaktioner, så kallad ASR.

Den här rapporten är en tillfällig vägledning för val av ballast för att undvika alkali-ballast-reaktioner i vattenbyggnadskonstruktioner. Andra egenskapskrav på betong och ballast som ska uppfyllas enligt styrdokument på nationell, EU och branschnivå, till exempel RIDAS, behandlas inte i denna vägledning.

Vägledningen, som ska tolkas som tillfällig i väntan på en nationell vägledning inom området, är framtagen av Erik Nordström på SWECO och ingår i Energiforsks Betongtekniska program vattenkraft.

Sammanfattning

Det har i vattenbyggnadsbranschen uppdagats ett behov av vägledning vid val av ballast för betongkonstruktioner i Sverige med avseende på risken för alkali-silika-reaktioner (ASR). Då målsättningen för vattenbyggnadskonstruktioner vanligtvis är en livslängd på minst 100 år bör därför valet av ballast vara konservativt tills det finns forskningsresultat som bringat reda på under vilka förutsättningar som ASR uppstår.

Föreliggande interimistiska vägledning är framtagen inom Energiforsks betongtekniska program vattenkraft i väntan på en nationell vägledning på området.

I vägledningen rekommenderas att inte högre halt än 15 vikt-% av reaktiva eller potentiellt alkalireaktiva ballastpartiklar ska användas i betong för vattenbyggnadskonstruktioner. Rekommendationen gäller alla konstruktioner som är:

- dämmande (eller stödjande till dämmande)
- aggregatnära
- exponerade för vatten från reservoar
- del av inre/ytte vattenväg
- utsatta för nederbörd (Omgivningsklass E2 och E3).

Rekommendationen gäller även i kombination med användning av lågalkaliska cement, och efter redovisade resultat från funktionsprovning enl. t.ex. RILEM AAR-3.

Summary

A need for guidance has become clear regarding the selection of aggregates for concrete structures within the Swedish hydro power business with regard to the risk for alkali silica reactions (ASR). Since the target service-life for civil structures within hydro commonly is above 100 years the selection of aggregates should be conservative until there are research results clarifying under which prerequisites and conditions that ASR occurs.

Present interimistic guideline is developed within the Energiforsk concrete technology program for hydro power in expectation of a national guideline in the area.

The guideline recommend that the amount of reactive or potentially alkali reactive aggregates should not be higher than 15 % by weight in concrete for civil structures in the hydro area. The recommendations are valid for all structures that are:

- water retaining (ur supporting water retaining structures)
- close to generating machinery (generators, runners)
- exposed to water from the reservoir
- part of inner or outer waterways
- exposed to precipitation (environmental class E2 and E3)

The recommendation is also valid also when using low alkali cements or presented results from test according to e.g. RILEM AAR-3.

Innehåll

1	Interimistisk vägledning för val av ballast i syfte att undvika alkali-ballast-reaktioner i vattenbyggnadskonstruktioner	9
1.1	Giltighet	9
1.2	Avgränsningar	9
1.3	Bakgrund	9
1.4	Regelverk och riktlinjer	9
1.5	Diskussion	10
1.6	Rekommenderat Gränsvärde för användning av reaktiv ballast	11
1.7	Referenser	11

1 Interimistisk vägledning för val av ballast i syfte att undvika alkali-ballast-reaktioner i vattenbyggnadskonstruktioner

1.1 GILTIGHET

Vägledningen är framtagen inom Energiforsks betongtekniska program vattenkraft och ska tolkas som en tillfällig vägledning i väntan på en nationell vägledning på området.

1.2 AVGRÄNSNINGAR

Vägledningen avser ge rekommendationer kring val av ballast enbart med avseende på risken för att reaktioner mellan ballast och den alkaliska porlösningen (från hydratation av cementet) uppstår, s.k. alkali-silika- eller alkali-kiselreaktioner (i detta dokument benämnt ASR). Andra egenskapskrav på betong och ballast som ska uppfyllas enligt styrdokument på nationell, EU och branschnivå (t.ex. RIDAS) behandlas inte i denna vägledning.

1.3 BAKGRUND

Det har i vattenbyggnadsbranschen uppdagats ett behov av vägledning vid val av ballast för betongkonstruktioner i Sverige med avseende på risken för (ASR). Dagens regelverk lämnar tolkningsutrymme och det blir för alla intressenter svårt att ställa relevanta krav i olika situationer. Det gäller alla aktörer i kedjan ägare – projektörer – entreprenörer – ballastleverantörer - betongtillverkare. Ett sedan länge använt grepp för att reducera risken för ASR är användning av lågalkaliska cement vilket i många fall har förhindrat reaktionen, men det finns också exempel där ASR har uppstått vid användning av reaktiv ballast trots användning av lågalkaliskt cement. Sprickbildning p.g.a. reaktionen har bara uppstått efter mycket lång tid (>40-50 år) [1]. Då målsättningen för vattenbyggnadskonstruktioner vanligtvis är en livslängd på minst 100 år bör därför valet av ballast vara konservativt tills det finns forskningsresultat som bringat reda på under vilka förutsättningar som ASR uppstår.

1.4 REGELVERK OCH RIKTLINJER

De Europastandarder som gäller material till betong är **SS-EN 206:2013 "Betong – Del 1: Fordringar, egenskaper, tillverkning och överensstämmelse"** tillsammans med den nationella anpassningsstandarden **SS-EN 137003:2015 "Betong – Användning av SS-EN 206 i Sverige"**.

Generellt gäller att ballast för betongtillverkning ska uppfylla krav enligt **SS-EN 12620 "Ballast för betong"**. Inga gränsvärden för t.ex. halt reaktivt material anges dock. I ballaststandarden finns **Annex G** som är en informativ (ej krav) bilaga med titeln *"Guidance on the effects of some chemical constituents of aggregates on the durability of concrete in which they are incorporated"*. Under punkten G.3 i Annexet behandlas ASR, och förutom generella rekommendationer (utan angivna gränsvärden) kring begränsning av total alkalihalt, användning av lågalkaliskt cement och icke reaktiv ballast samt begränsning av fuktexponeringen hänvisas till CEN-rapport **CR 1901:1995 "Regional specifications and recommendations for the avoidance of alkali-silica reactions in**

concrete". Dokumentet utvecklades eftersom det bedöms svårt att ta fram en harmoniserad EU-standard för testmetoder och gränsvärden på ASR-området. Olika länder har olika förutsättningar p.g.a. att den lokala ballastens egenskaper och vanligt förekommande cement varierar mellan länderna. Erfarenheterna av ASR är därför också väldigt varierande. Dokumentet sammanställer tolv av de Europeiska ländernas nationella riktlinjer och standards på området.

I den nationella anpassningsstandarden **SS-EN 137003:2015** anges i tabell 3 minimikrav på prestanda bl.a. m.a.p. högsta halt reaktivt material och hur alkalisilikareaktivitet ska provas om betongen ska användas i omgivningskategori E2 eller E3 (all betong som inte huvudsakligen skyddas från utvändigt fukt). Att kraven är minimikrav innebär också att en beställare kan ställa högre krav.

I korthet innebär kraven att naturballast ska undersökas petrografiskt enl. **RILEM AAR-1** (eller likvärdigt) och om ballasten innehåller flinta, opal, chert eller amorf kvarts eller >15% långsamt reaktiva eller potentiellt reaktiva partiklar ska ballastens alkalireaktivitet utvärderas vidare med **RILEM AAR-2** "*Detection of potential alkali-reactivity – Accelerated mortar-bar test method for aggregates*" (28-dygnsprov på bruk) och vid behov **RILEM AAR-3** "*Detection of potential alkali-reactivity – 38C test method for aggregate combinations using concrete prisms*" (1-årsprov på betong).

Vidare anges i **SS-EN 137003:2015** förslag på tillåtna gränsvärden för expansion för att undvika framtida problem med avseende på ASR. För t.ex. tester enl. **RILEM AAR-3** så anges att expansionen inte bör vara större än 0,05 % efter ett års exponering. Bakgrunden till dessa värden står bl.a. att finna i ett EU-projekt benämnt **PARTNER-G6RD-CT-2001-00624** där erfarenheter bl.a. samlats in från ASR-skadade konstruktioner och vilka typer och halter av reaktiv ballast som använts.

Utöver ovan angivna standarder finns en av SIS utgiven teknisk rapport, **SIS-CEN/TR 16349:2012** "*Samlade specifikationer för undvikande av skador på grund av Alkalisilikareaktivitet (AKR) i betong*". Rapporten baseras till stora delar på RILEMs tekniska rekommendation gällande ASR i **RILEM TC ACS (Part 1 of AAR-7)**. Rapporten är ingen standard utan utgör rekommendationer för hur man undviker ASR i betong.

1.5 DISKUSSION

Sammanfattningsvis kan sägas att den gällande svenska standarden för ballast pekar på användning av testpaketen inom RILEM i en succesiv ordning från AAR-1 via AAR-2 till AAR-3 om resultaten från varje delsteg så kräver. Enligt standarden så är minimikravet att om man vid petrografisk undersökning enl. AAR-1 detekterar en halt reaktivt material större än 15 % ska gå vidare med AAR-2 där expansionen inte får vara större än 0,25 % (provkroppsstorlek 40*40*160 mm). Om expansionen i AAR-2 är högre än 0,25 % går man vidare med AAR-3 där ett resultat med mindre expansion än 0,05 % efter ett års provning anses godkänt. Övriga rekommendationer är att begränsa den totala alkalihalten i betong till max 3,0 kg/m³ vilket t.ex. kan uppnås genom att använda ett lågalkaliskt cement.

Expansionsprovet enl. AAR-3 utförs med standardcement för att nå den halten alkalier som föreskrivs enligt provningsmetoden. Om anläggningscement används vid provningen måste alkalier tillföras (natriumhydroxid) för att resultaten ska bli jämförbara med de gränsvärden som rekommenderas m.a.p. expansion.

Ett byte till anläggningscement i en verklig situation bör generellt vara positivt m.a.p. risken för ASR. En fråga som ibland lyfts är dock att den lägre alkalihalten i t.ex. Anläggningscement möjligen inte helt "vaccinerar" betongen från ASR, utan att den kanske bara förlänger initieringstiden. Vidare är det oklart vilken koppling det finns mellan laboratorieprovet och verkligheten för de svenska långsam- till medelreaktiva bergarterna. Uppenbarligen finns idag ett antal exempel [1] där ASR har uppstått efter mycket lång tid (>50 år) trots användning av lågalkaliskt cement som en åtgärd där större mängd reaktiv ballast än 15 % förekommit. Är laboratorieexponeringen i så fall representativ för ett 100-årsperspektiv?

Med ledning av ovanstående diskussion och i väntan på att korrelationen mellan laboratieförsök och verklig exponering klarställts anges för kraftindustrins anläggningar nedanstående rekommendation.

1.6 REKOMMENDERAT GRÄNSVÄRDE FÖR ANVÄNDNING AV REAKTIV BALLAST

I föreliggande vägledning rekommenderas att inte högre halt av reaktiva eller potentiellt alkalireaktiva ballastpartiklar än 15 vikt-% användas vid vattenbyggnadskonstruktioner. Rekommendationen gäller alla konstruktioner som är

- dämmande (eller stödjande till dämmande)
- aggregatnära
- exponerade för vatten från reservoar
- del av inre/ytte vattenväg
- utsatta för nederbörd (Omgivningsklass E2 och E3).

Rekommendationen gäller även i kombination med användning av lågalkaliska cement, och efter redovisade resultat från funktionsprovning enl. t.ex. **RILEM AAR-3**.

1.7 REFERENSER

- [1] **Nordström, E & al.** (2013). Field investigations on the risk for ASR when using potentially reactive aggregates and low alkali cements – Results after 50 years in Sweden. 81th annual ICOLD meeting, 12th - 16th August, Seattle, USA.

VÄGLEDNING FÖR VAL AV BALLAST I KONSTRUKTIONER FÖR VATTEN- BYGGNAD

Det här är en tillfällig vägledning som behandlar valet av ballast för att undvika alkali-ballast-reaktioner i vattenbyggnadskonstruktioner. Här rekommenderas att inte högre halt av reaktiva eller potentiellt alkalireaktiva ballastpartiklar än 15 viktprocent används vid vattenbyggnadskonstruktioner. Rekommendationen gäller alla konstruktioner som är dämmande, aggregatnära, exponerade för vatten från reservoar, del av inre/yttre vattenväg eller utsatta för nederbörd.

Vägledningen är tillfällig i väntan på en nationell vägledning inom området. Det finns också andra krav på egenskaper för betong och ballast som ska uppfyllas enligt styrdokument på nationell, EU och branschnivå, till exempel RIDAS. Dessa behandlas inte i denna vägledning.

Ett nytt steg i energiforskningen

Energiforsk är en forsknings- och kunskapsorganisation som samlar stora delar av svensk forskning och utveckling om energi. Målet är att öka effektivitet och nyttiggörande av resultat inför framtida utmaningar inom energiområdet. Vi verkar inom ett antal forskningsområden, och tar fram kunskap om resurseffektiv energi i ett helhetsperspektiv – från källan, via omvandling och överföring till användning av energin. www.energiforsk.se