



Foto: Magnus Svensson, Fortum

Injekteringsarbetet för injekteringsridå vid Theun-Hinboun i Laos.

Nytt designkoncept för injekteringsridåer under dammar

- **Bättre kontroll av dimensioneringen**
- **Förbättrad kvalitet av injektionsridåer**
- **Lättare att uppskatta kostnader och tidsåtgång**
- **Konceptet baseras på nyligen utvecklade teorier för injektering av sprickigt berg**
- **En vidareutveckling av empiriska metoder**
- **Få nya dammar byggs i Sverige, har därför ännu inte använts i praktiken**
- **Ytterligare forskning behövs om bland annat bruksinträning**

Samma metod sen 1800-talet

Injektering och utformning av injekteringsridåer under dammar är en vanlig åtgärd för att reducera bergmassans permeabilitet och minska läckaget och upptrycket. Utformningen av injekteringsridåer har i huvudsak baserats på erfarenhet och empiri ända sedan injektering började användas vid dammgrundläggning på 1800-talet.

Vid utformningen av injekteringsridån baserat på empiriska metoder har fokus legat på att åstadkomma en tillräcklig tätning av bergmassan och en sluten ridå. De empiriska metoderna användes i stor utsträckning för att bl.a. bestämma lämpligt djup och bredd på injekteringsridån, hållavstånd, tolkning av utförda vattenförlustmätningar, lämpliga injek-

teringstryck och stoppkriterier, etc. Även om de empiriska metoderna framgångsrikt har använts i flera projekt har de vissa nackdelar.

Ingenjörernas erfarenhet

Kvaliteten på injekteringsridån blir i hög utsträckning beroende av erfarenheten och kunskapen hos de ingenjörer som är ansvariga för injekteringen. Olämplig användning av olika tumregler kan exempelvis leda till en konservativ utformning av injekteringsridån eller andra typer av problem. Bl.a. kan användning av stoppkriterier såsom "refusal criterion", dvs. vid vilket flöde av bruk injekteringen ska upphöra, leda till onödigt långa injekteringstider utan att en motsvarande förbättring av tätheten uppnås, vilket kan leda till höga kostnader.

Användning av höga injekteringstryck, vilket förespråkas i vissa sammanhang, kan leda till oönskade deformationer och upplyft av bergmassan och därmed en försämrad täthet. Vidare behandlar de empiriska metoderna endast indirekt risken för erosion av sprickfyllningsmaterial genom justering av vilka Lugeon-värden som är acceptabla under olika förhållanden. För att bättre hantera ovanstående begränsningar har ett analytiskt designkoncept för injekteringsridåer under dammar utvecklats.

Det nya konceptet

Konceptet baseras på nyligen utvecklade teorier för injektering av sprickigt berg samt principerna för observationsmetoden. I koncepter särskiljs dimensioneringen av själva injekteringsridån och utformningen av injekteringsarbetet. Dimensioneringskonceptet baseras på teorier rörande tolkning av sprickaperturer, spridning av injekteringsbruk över tid och bestämning av lämpliga injekteringstryck med hänsyn till upplyft av bergmassan. Det använder också stoppkriterier baserad på injekteringstid och injekterad bruksvolym.

Geometrisk utformning i fokus

Hålavstånd bestäms baserat på beräknad bruksspridning och med hänsyn till tjocklek på injekteringsridån med avseende på risken för erosion av sprickfyllningsmaterial samt en optimerad reduktion av upptrycket. Särskild vikt vid dimensioneringen läggs alltså på bestämningen av lämplig geometrisk utformning av injekteringsridån, speciellt dess tjocklek eftersom den är kritisk med hänsyn till dess beständighet.

Bättre kontroll

Utformningen av injekteringsarbetet bestäms därefter för att uppnå den önskade geometriska utformningen. Det utvecklade konceptet för dimensionering av injekteringsridåer kommer att ge ingenjörerna en förbättrad kontroll över dimensioneringen och injekteringsarbetet. Implementeringen av principer för observationsmetoden i konceptet möjliggör också en stringent hantering av de osäkerheter som dimensioneringen är förknippad med. Förmågan att uppskatta tider och kostnader för injekteringsarbetena bedöms också förbättras.

Några begränsningar

Som de flesta andra dimensioneringskoncept som bygger på analytiska modeller har konceptet begränsningar. Eftersom endast ett fåtal nya dammar byggs i Sverige idag har dimensioneringskonceptet ännu inte använts i ett riktigt projekt. Konceptet baseras också på teorier som kräver fortsatt forskning. Exempelvis har endast begränsad forskning genomförts kring erosion av sprickfyllningsmaterial. Nedbrytning av injekteringsridån, och hur detta kan påverka erosionsprocessen är också en fråga där kunskapen är begränsad. Det pågår även en diskussion kring noggrannheten i uppskattningen i bruksinträngningen över tid med de använda modellerna, där verifiering av bruksinträngningen i fält med de analytiska modellerna ännu inte genomförts. Inom samtliga av dessa områden är det önskvärt att ytterligare forskning bedrivs i framtiden.

– Det nya designkonceptet för dimensionering av injekteringsridåer ger ingenjörerna en förbättrad kontroll över dimensioneringen och injekteringsarbetet, kostnader och tidsåtgång kan lättare uppskattas.

Fullständig rapporttitel

Design of Grout Curtains

För resultaten ansvarar

Suihan Zhang, Fredrik Johansson

Rapportnummer

2021:720

