

Afsluitmuren / Bouwputten / Injekties • Bij het bouwen onder de grondwaterspiegel moet de bouwput meestal droog zijn. De redenen voor een hydraulische isolering van de omgeving van de bouwput zijn economisch, technisch en ecologisch. Heel vaak wordt hiervoor de bouwput kunstmatig ingesloten. Dit zijn verticale muur elementen, en voor het geval dat een natuurlijke waterdichte bodem alleen in een grote diepte te vinden is, wordt een kunstmatige waterdichte bodem nodig. Omdat er vorderingen naar de dichtheid van het system sterk gestegen zijn, is de lekdetektie en het snelle reageren hierop bijzonder belangrijk.

Zowel de verticale als ook de horizontale dichtingselementen van diepe bouwputten worden meestal met bouwstoffen die beton beïnhouden vervaardigd. De warmte die ontstaat door het drogen van het beton verhoogd de bodemtemperatuur in de omgeving. Door de lage geleidbaarheid van de warmte en de hoge warmtecapaciteit van de bodem en de bouwstoffen, reduceerd zich deze temperatuurverhoging maar heel langzaam. Stroomt er water van buiten door een lekkage in de bouwput door het dalen van het grondwater, zo kan een verandering van het temperatuurveld op de doorstroomde plaats vastgesteld worden omdat er een advective warmtetransport ontstaat. De temperatuur van de bodem nadert zich aan de temperatuur van het binnenstromende water. Dit gekoeld bereik omvat de direkt doorstroomde bodem, en na een langere tijd, door de conductive warmteleiding, ook de direkte omgeving. Temperatuurmetingen in een dichte bouwput kunnen daarom schaden aan het dichtingssysteem duidelijk lokaliseren.

Als het grondwater weer gestegen is, zijn er geen grotere waterbewegingen binnen de bouwput meer te herkennen. Het advective warmtetransport, gekoppeld met het binnenstromende grondwater is ten einde – van buiten stroomt er geen koud water meer bij

Vanaf dit tijdstip vinden de temperatuurveranderingen alleen maar door warmteleiding plaats. In verzadigde en onverzadigde bodems is de snelheid van uibreiding van een temperatuurfront

ongeveer 10^{-6} - 10^{-7} m/s. Dit is overeenstemmend met een uitbreidingssnelheid van een paar centimeter tot decimeter per dag. Temperatuur-anomalien in de bodem reduceren zich daarom maar heel langzaam. Dat betekent dat het plaatselijk temperatuurveld in de buurt van lekkages noch lang nadien duidelijke anomalien aantonen (Memory-Effekt.)

Daarom kunnen ook na het beeindigen van een verlaging van het grondwaterspiegel de lekkages in een dichte bouwput gelokaliseerd worden. Als deze methode meteen tijdens de eerste proefverlaging ingezet wordt, kann het meetraster bij het herkennen van



Thermische Lekdetektie in een bouwput in Berlijn

een temperatuurverandering in de omgeving van de meetpositie duidelijker uitslag geven. Dit maakt een nog betere begrenzing van het lek mogelijk.

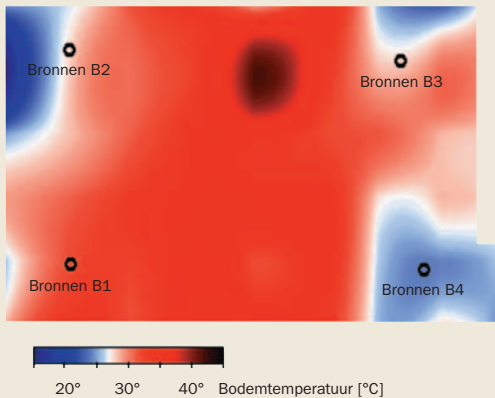
Om precies en kostensparend bodemtemperaturen te meten, is er van GTC een methode ontwikkelt, waarmede metingen tot in ca. 30 meter diepte mogelijk worden.

Om die meetsondes te plaatsen, wordt een holle buis met een doorsnee van 22 mm tot op de gewenste diepte gerammt. Hierna wordt er een sensor-ketting in de buis geschoven en de bodemtemperaturen worden in meerdere dieptes gelijktijdig gemeten. De meetdata wordt aansluitend als

temperatuur diepte profiel en als horizontale /vertikale isothermische snee aangetoond. De temperatuursonderingen onderscheiden afhankelijk van de diepte tussen lekkages in het bereik van de voet en infiltreringen door de muur van de bouwput.

De temperatuursonderingsmethode wordt al sinds 1991 met success in kanalen voor de scheepvaart en bij stuwdammen ingezet. In heel Europa zijn er ondertussen al meer als 500 km dammen onderzocht. Sinds 1997 hebben er in over de 100 bouwputten lekdetekties met deze meetmethode plaatsgevonden. De bouwputten waren door verschillende elementen dicht gemaakt. De horizontale dichtingen bestonden voornamelijk uit diepe of hoogliggende hogedruk injectiebodems of uit fijnbeton injectiebodems. De verticale dichtingen bestonden uit gleufwanden, diepwandpalen, of dammwanden. Aanhand de metingen konden de lekkages precies gelokaliseerd worden.

De afbeelding beneden toont exemplarisch de resultaten van een thermische lekdetektie in en bouwput afgedicht door staalwanden en door een diepliggende HDI-bodem. In de horizontale isothermische doorsnee wordt duidelijk, dat in de buurt tussen de bron B2 en de muur koud water door een lek in de bouwput binnenstroomd. Verdere lekkages zijn te vinden in de buurt van de bronnen B3 en B4. De koeling is bij deze bronnen minder sterk als bij de lekkage bij bron B2, en dat betekent dat minder water door de lekkages bij B3 en



B4 doorstroomd als bij B2.

Bij Dichtingen van bouwputten waar geen betonbouwstoffen zijn ingezet ontstaan er geen temperatuurverhogingen tegenover de omgeving, omdat er geen hydratatieprocessen zijn. In deze gevallen kunnen de temperatuursonderingen alleen maar beperkt ingezet worden om lekkages te vinden. In dit geval komen de Heat-Pulse, of de Frost-Pulse-Methodes van toepassing. Bij deze methodes

worden fluidbewegingen in de bodem door kunstmatig geproduceerde temperatuurafwijkingen aangetoond. Met deze methodes kunnen dan ook lekkages gevonden worden.

De plaatselijk en tijdelijke uitbreiding van injectiesuspensies kann ook door behulp van de temperatuursonderingsmethode onderzocht worden. De temperatuur van het injectiemateriaal dient als thermische tracer voor de te onderzoekende stroombeweging. De methode is al vaak bij gel-injecties en fijnbindmiddel-injecties met success ingezet.

Gebruik in speciale ondergrondse werken

Lekdetektie in bouwputten en dichtingsmuren
Aantoning van plaatselijke en tijdelijke uitbreiding van Injectiemiddelen

Referenties

- ACS S.A., Madrid, E
- Bauer Spezialtiefbau GmbH, Schrobenhausen, D
- Bilfinger + Berger AG, Mannheim, D
- Bilfinger + Berger Bauges.m.b.H., Wien, A
- Brückner Grundbau GmbH, Essen, D
- Ed. Züblin AG, Stuttgart, D
- Eurosond GmbH, München, D
- Franki Grundbau GmbH, Seevetal, D
- Insond Spezialtiefbau Ges.m.b.H., Neumarkt, A
- Keller Grundbau GmbH, Offenbach, D
- Leonhard Weiss GmbH + Co., Crailsheim, D
- Rodio SpA, Casalmaiocco, I
- Solétanche-Bachy S.A., Nanterre, F
- Stump Spezialtiefbau GmbH, Ismaning, D
- TREVI GmbH, München, D
- TREVI SpA, Cesena, I
- Universale Grund- und Sonderbau GmbH, Berlin, D
- Züblin Spezialtiefbau GmbH, Stuttgart, D