

Vattenverksamhet i urbana områden: Miljödom, undersökningar, tekniska åtgärder och kontroll – Del 2

BeFo projekt 434 – Sammanfattning

Planering, järnvägsplan, systemhandling, miljökonsekvensbeskrivning, projektering, produktion och uppföljning. I samtliga skeden av ett infrastrukturprojekt behövs beskrivningar av det geologiska och hydrogeologiska systemet. I denna sammanfattning presenteras konceptet *Hydrogeologiska ReferensFörhållanden* eller *Hydrogeological Reference Conditions (HRC)*, se Figur 1. Hydrogeologiska referensförhållanden avser vara representativa enheter, för nordiska förhållanden, som kan användas för att bygga en hydrogeologisk, tre-dimensionell helhet.

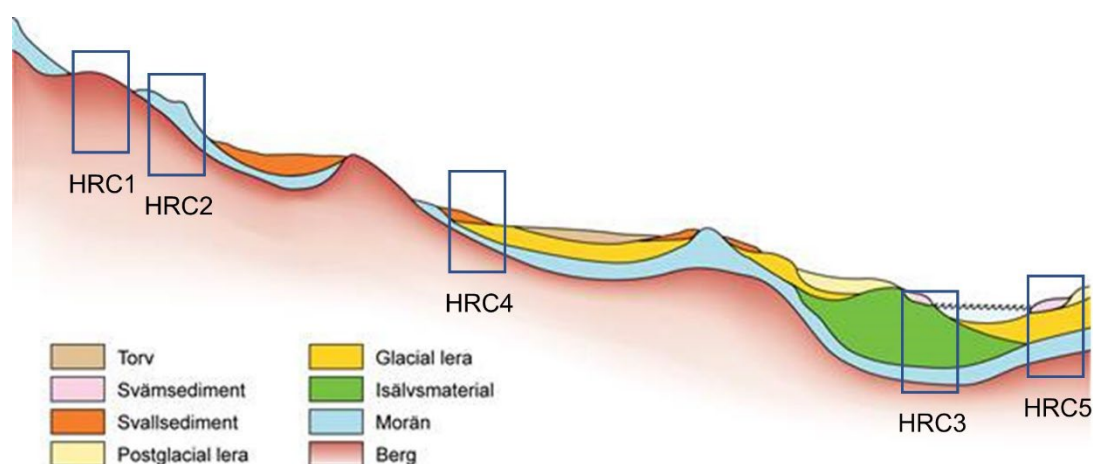
Hydrogeologiska referensförhållanden för en specifik plats har sin utgångspunkt i platsens geologiska historia och är tänkt att kunna utgöra underlag både för ansökan om vattenverksamhet och för utformning av tekniska åtgärder och skyddsåtgärder. Utformningen av de senare bör göras i observationsmetodens anda där hydrogeologiska referensförhållanden har potential att utgöra en viktig komponent som en del av en metodutveckling för hydrogeologi, vattenkontroll och infrastrukturbyggande.

Den inledande delen av arbetet som beskrivs i denna sammanfattning presenterades i [BeFo-rapport 218](#), vilken i huvudsak baserades på Surendran et al. (2020), Merisalu och Fransson (2018) och Fransson et al. (2018). Fokus var på presentation och tillämpning av konceptet Hydrogeologiska ReferensFörhållanden. Tillämpningen gjordes för Varberg och Göteborg (Västlänken) och för tidiga skeden. Tekniska åtgärder och skyddsåtgärder samt uppföljning av tätning och miljödom beskrevs kortfattat i Rapport 218 för att visa hur hydrogeologiska referensförhållanden kan relatera till senare skeden dvs projektering av tätningsinsats, produktion och kontroll av resultat. Föreslagna referensförhållanden, en tidig hypotes baserat på kartmaterial och geologisk historia, för Varberg (Varbergstunneln) och Göteborg (Västlänken) kunde bekräftas (ännu inte förkastas) baserat på borrhålsdata. Geometrisk (geologisk) heterogenitet, såsom uthålliga jordlager och deformationszoner, och skillnader i hydrauliska egenskaper och beteenden, är centralt både för utformning av tekniska åtgärder och för uppföljning av miljödom.

I det avslutande arbetet, Fransson et al. (2021), Fransson (2022) och Fransson (2023), har fokus varit på att beskriva systemets hydrauliska egenskaper. Fransson et al. (2021) är en fallstudie avseende ett område i Varberg och artikeln presenterar en struktur och ett arbetssätt i observationsmetodens anda. De fem enheterna, HRC1 - HRC5, som tillsammans avser representera typiska tre-dimensionella enheter i en nordisk kontext, visas i Figur 1. Äldst är HRC1 som beskriver berget. Detta följs av HRC2 morän på berg och HRC3 isälvsavlagring (möjligen på morän på berg). Lertäckta områden med ett slutet magasin i morän eller isälvsavlagring utgör HRC5. HRC4 beskriver svallsediment med fokus på övergången från en till två akviferer. Fransson et al. (2021)

hanterade främst HRC4 med fokus på övergången där svallsediment kan underlagras av lera alternativt morän, se Figur 1.

I (längs) en bergsänka identifierades här högre konduktiviteter och ett välkonnekterat hydrauliskt system. Denna konnektivitet är central både för systemets hydrauliska beteende och för utformning av tätningsinsatser. Kristallint berg, HRC1, beskrivs i Fransson (2023) med fokus på mellanliggande bergmassa, inte deformationszoner. Geologisk geometri, hydraulisk konnektivitet, anisotropi och heterogenitet var även här centralt. I artikeln beskrivs ett fältexperiment där vi undersökte en bergmassa som inkluderade en större horisontell spricka som karakteriserades och injekterades. Hydrauliska tester innan och efter injektering möjliggjorde uppföljning och kvantifiering av injekteringen nytta, här baserad på ändring i specifik kapacitet, Q/dh . Baserat på transienta, tidsberoende, hydrauliska tester utvärderades sprickans förmåga att transportera vatten, dess transmissivitet, och dess förmåga att lagra vatten, dess magasin-koefficient. Magasin-koefficienten kan relateras till mekanisk styvhet och en hypotes för det fortsatta arbetet är att detta kan ge en indikation om bergspänningssituationen på platsen.



Figur 1. Hydrogeologiska referensförhållanden eller Hydrogeological Reference Conditions (HRC) som är vanliga i Norden. Kristallint berg (deformationszoner och mellanliggande bergmassa) - HRC1; Moränområden - HRC2; Isälvsavlagringar - HRC3; Svallsediment på lera (alternativt morän) - HRC4; och Lertäckta områden (slutet magasin i morän eller i isälvsavlagringar) - HRC5.

De fem hydrogeologiska referensförhållandena har visat sig användbara för tidig beskrivning (hypotes) som sedan kan bekräftas alternativt förkastas och revideras baserat på nya undersökningar. En god förståelse av geologiska förhållanden ger bättre förutsättningar för att tolka undersökningsresultat och utforma, eventuellt revidera och följa upp tekniska åtgärder och skyddsåtgärder med fokus på vatten, flöden och grundvattennivåer.

Referenser

- Surendran, P., Fransson, Å., och M. D. Johnson. (2020, November). Hydrogeological Reference Conditions - A Relevant Basis for Rock Engineering. In ISRM International Symposium-EUROCK 2020. International Society for Rock Mechanics and Rock Engineering.
- Merisalu, J., och Å. Fransson. (2018). Hydrogeological Reference Conditions for Assessment of Environmental Impact and for Grouting Design. In ISRM International Symposium-10th Asian Rock Mechanics Symposium. International Society for Rock Mechanics and Rock Engineering.
- Fransson, Å., Stille, H., och M. El Tani. (2018). An integrated approach to rock grouting. In ISRM International Symposium-10th Asian Rock Mechanics Symposium. International Society for Rock Mechanics and Rock Engineering.
- Fransson, Å., Surendran, P., Berg, A., Lindqvist, E., Risby, L., Schlee, A., Tennby, G., och H. Wiklund. (2021). Water control for a rock-soil interface - infrastructure at a contaminated site. Proceedings of Eurock 2021, September 20-25, 2021, Torino, Italy (online). <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/833/1/012191/meta>
- Fransson, Å. (2022). Hydrogeology and Grouting – An Overview for a Swedish Tunnel Project. Proceedings of World Tunnel Congress 2022, September 2-8, 2022, Copenhagen, Denmark.
- Fransson, Å. (2023). Hydrogeology and grouting - a field experiment in shallow, crystalline rock. Proceedings of the 15th ISRM Congress 2023 & 72nd Geomechanics Colloquium, October 9-14, 2023, Salzburg, Austria. Delar av artikel.
- Ett examensarbete och ett kandidatarbete har utförts i anslutning till projektet (handledare Å. Fransson):
- Risby, L. (2020). Infiltration, hydrogeology, and heterogeneity-Management of pressure and flow: A case study for the Varberg tunnel project. Examensarbete. Göteborgs universitet.
- Schlee, A. (2020). Geologi, hydrogeologi och förorenings-spridning av klorerade etener. Enkel, principiell beskrivning för två områden: över och under högsta kustlinjen. Kandidatarbete. Göteborgs universitet