



HIBRID INJEKTÁLÓRENDSZEREK MISSION POSSIBLE FŐSZEREPBEN: AZ MC-MONTAN INJEKT!

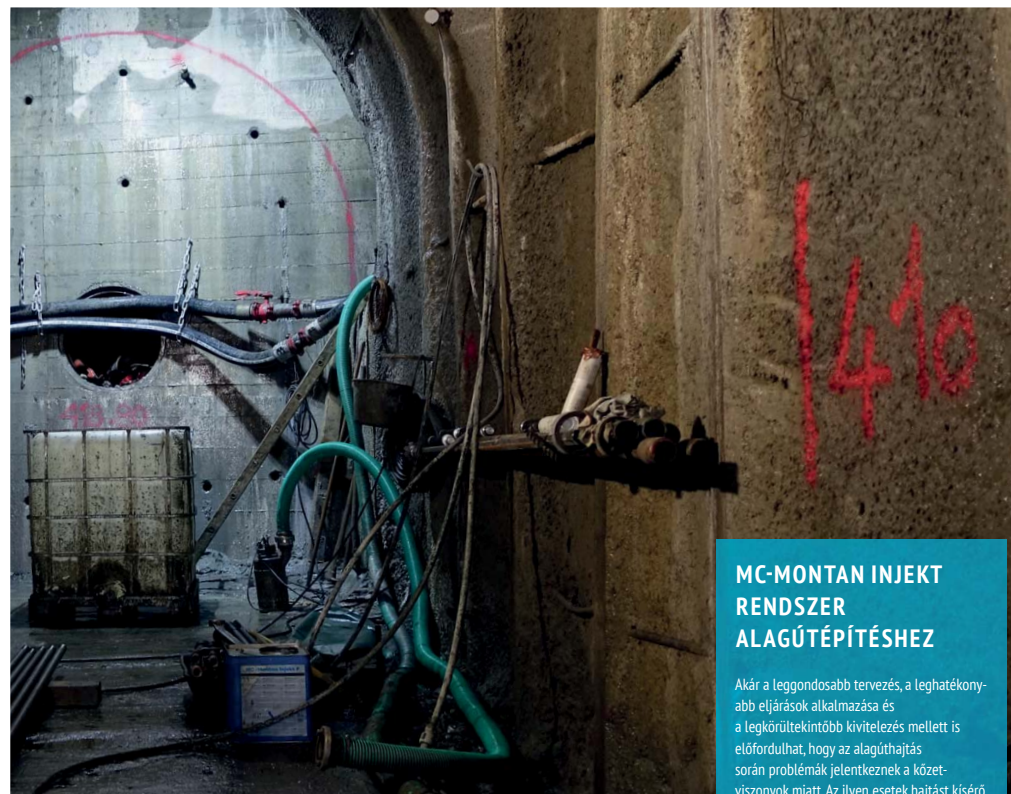
A felszín alatti infrastruktúrát érintő projekteket szerte Európában talajinjektálási műveletek kísérik. Legyen szó akár a frissen kihajtott vágat vízbetöréssel szembeni védelméről, akár laza üledékes kőzetek megerősítéséről, mind a cement mind a műgyanta-injektálások bevett módszernek számítanak és kiemelt helyet foglalnak el a gyakran alkalmazott geotechnikai eljárások sorában. Mi sem tűnik tehát kézenfekvőbbnek, mint a két eljárás együttes alkalmazása. Hamarosan beköszönt a cementtel és PU gyantával végzett hibrid injektálások kora – és az MC élen jár a változások kezdeményezésében.

Az alagút- és vághajtás az egyik legigényesebb mérnöki feladat, az építőiparban. Rendkívül szigorúak ugyanis a követelmények az ilyen felszín alatti építmények szilárdságával, fizikai jellemzőivel és vízzáróságával szemben. Az injektálás ezért óhatatlanul a munkálatok szerves részét képezi, hiszen az építési folyamat a szerkezet, a terep- és vízviszonyok csak korlátozottan kontrollálható kölcsönhatásának közepette zajlik. A cementinjektálás jól bevált eljárásnak számít, ha terepbiztosításról van szó. Amint megjelenik a színén a víz, az alkalmazása korlátokba ütközik. Következésképpen, ha az alagúthajtás során erőteljes vízbetörés jelentkezik, poliuretán injektálógyanták jelentenek megoldást a

hegytömeg szigetelésére és stabilizálására. A PU-gyanták nagy előnye, hogy a reakciójuk gyorsan és kontrollálható módon megy végbe, továbbá hogy vízzel érintkezve megnő a térfogatuk, így akár extrém erejű víztömegnek is képesek biztonságosan útját állni. Az MC átfogó műgyanta-injektálási termékprogramot kínál vízbetörések megállítására, valamint az építési terep megerősítésére és szigetelésére (ld. a keretes írást a 9. oldalon). Meggyőződésünk, hogy a kétfajta anyagrendszer együttes alkalmazásával mód nyílik azok előnyös tulajdonságainak ötvözésére. Maga az ötlet nem új keletű, de mindezt nem egyidejűleg, hanem legfeljebb gyors egymásutánban alkalmazták a kétféle injektálást.



Az injektálás- és vezérléstechnika meghatározó szerepet játszik a hibrid eljárás alkalmazásában.



MC-MONTAN INJEKT RENDSZER ALAGÚTÉPÍTÉSHEZ

Akár a leggondosabb tervezés, a leghatékonyabb eljárások alkalmazása és a legkövetkezőbb kivitelezés mellett is előfordulhat, hogy az alagúthajtás során problémák jelentkeznek a kőzetviszonyok miatt. Az ilyen esetek hajtást kísérő műveletekkel orvosolhatók, amelyek mellett nemcsak a tervszerű előrehaladás, de a biztonsági szempontok is maximálisan érvényesülnek. Az MC nagy teljesítmőképességgel, megbízható, gyors és tartós hatást garantáló speciális injektálórendszereket kínál a hegytömeg stabilizálásához és szigeteléséhez, tömb- és hézagszigeteléshez, továbbá repedések javításához és üregek kitöltéséhez.

Az MC-Montan Injekt termékcsalád teljeskörűen lefedi mindazon műgyanta alapú injektálórendszereket, amelyekkel megállítható a vízbetörés, valamint megoldható a talaj megerősítése és szigetelése. A termékprogram magában foglalja többek között az MC-Montan Injekt FR / FN / FS rendszereket, amelyek különböző reakcióidejű (R = gyors, N = normál, S = lassú), erőátadó kitöltésre alkalmas, merev poliuretán gyantából állnak. A kombinálható elemeket felvonultató rendszer lehetővé teszi a kőzet, a hegytömeg és az építmény biztonságos szigetelését ill. megerősítését, mégpedig változó környezeti körülmények mellett. Mindez nem csupán az alagútépítésre, hanem minden egyéb mélyépítési projekt kivitelezésére is érvényes.

Elmondható tehát, hogy a poliuretán gyanta és a cement hibrid injektálóanyagként történő, kombinált alkalmazására tett eddigi kísérletek vegyes sikereket hoztak.

A hibrid injektálórendszer legnagyobb előnye

Felvetődhet a kérdés, hogy vajon mitől annyira különleges a hibrid injektálóanyag, illetve a hibrid injektálási technológia? Először is a két injektálóanyag előnyös kombinációjában rejlik hatékonysági és gazdaságossági potenciáltól. A PU-gyanta egyfajta vázát ill. védelmet nyújt a cementnek a kimosódással szemben. A hibrid pép folyóssági jellemzői a vízbehatolás erősségének és a kőzet hasadékoságának függvényében variálhatók, mégpedig az önmagában is erőzáró tulajdonságú gyantán keresztül. A gyanta kontrollálhatósága konkrétan azt jelenti, hogy felgyorsítható vagy késleltethető a kémiai reakció, és ezzel egyidejűleg változtatható a keverési aránya a cementszuszpenzióval. Mindezeket a variációs lehetőségeket az injektálás folyamán speciális vezérléstechnika segítségével végig kontroll alatt lehet tartani.

Új vezérlési és gépi technika

„A Renesco GmbH Marti Geotechnik divíziójának (a továbbiakban: Renesco) új vezérlési és gépi technikája igazi áttörést hozott a hibrid injektálási eljárás széles körű alkalmazásában” – vélekedik Holger Graeve, az MC injektálási szakterületért felelős globális termékmenedzsere. A Renesco és az MC-Bauchemie együttműködése a „Stuttgart 21” fantázianévű projekt idején kezdődött. A beruházás keretében létesülő alagutak építéséhez nagy volumenű injektálásokra volt szükség, helyenként alacsony viszkozitású PU-gyanták használatával, ahol azt a kritikus terepviszonyok indokolták tették. Márpedig a szigorú technikai követelmények mellett a célra kiválasztott műgyantának a környezeti összeférhetőséggel kapcsolatos legkényesebb igényeket is ki kellett elégítenie, nem utolsósorban a projektet övező rendkívüli közérdekűség miatt. Stuttgartban az érintett szakcégeknek végül sikerült teljesíteniük az ellenőrzött és megfelelően dokumentált injektálásra vonatkozó előírásokat.



Igy néz ki belülről a svájci vízerőmű szivattyútelepének két kilométer hosszú járata

MC-Montan Injekt – tökéletes társ a cement-gyanta technológiához

Az MC-Bauchemie MC-Montan Injekt termékközpontja ideális társnak bizonyult a cement-gyanta hibrid technológia alkalmazásában. A duomer gyanta azonnali szerkezeti viszkózitást ad a keveréknek és rövid időn belül egyfajta támasztóvázat képez a cement kikeményedéséhez. A vezérelt gépi technikával a hibrid injektálóanyag tulajdonságai tetszőleges variációkban beállíthatók. Az eddigi gyakorlati tapasztalatok alapján a legnagyobb hatások húsz-harminc százalékos gyantarással mellett érhető el. A hibrid injektálóanyag előállítása két külön keverési folyamatot igényel. Első lépésben a cementsuszpenzió készül el, ehhez kell majd később – közvetlenül az injektálósatorna előtt – hozzáadagolni a közben 2K-pumpával bekevert kétkomponensű PU-gyantát. A vezérlés a cementinjektáló gép és a 2K-gyantapumpa összekapcsolásával állítja elő a kívánt keveréket. Az eljárás így lehetővé teszi az injektálóanyag tulajdonságainak fokozat nélküli beállítását, a hig állagútól (tisztán cementsuszpenzió vagy tisztán gyanta) az igen kemény anyagelegyig (nagy részarányban adagolt PU-gyanta). A kívánt folyóssági jellemzők injektálás közben beállíthatók a gyanta részarányának megfelelő változtatásával. Lehetőség nyílik tehát arra, hogy a földtani viszonyok, a hasadékoság, illetve a vízbetörések intenzitásának folytonosan változó, tényleges mértékéhez igazítsuk az egyes furatokon át bejutott injektálóanyagot anélkül, hogy előzetesen pontos ismeretekkel rendelkezni a fenti paraméterekről. A gyakorlatban ez úgy néz ki, hogy az

injektálás tisztán cementsuszpenzióval indul. Ha az injektálósatornában megnövekedett nyomást észlel a rendszer, akkor nem adagol PU-gyantát, vagyis a kisebb hasadékok szigetelése közvetlenül a cementsuszpenzióval történik. Ha viszont simán, nyomásnövekedés nélkül átfolyik az anyag, a rendszer máris adagolja a gyantát a cementpéphez. Az így nyert hibrid injektálóanyag képes eltömíteni a nagyobb réseket, útját állva a vízbehatolásnak. A fennmaradó rések, hasadékok kitöltése ugyanezen munkamenet során végül ismét tisztán cementpéppel történik.

Erős vízbetörés egy szivattyútelep oldaljárataiban

Az eddigi vágat- és alagúthajtási tapasztalatok pontosan megmutatták, hogy mi teszi nélkülözhetlenné a hibrid injektálási technológia alkalmazását. Az egyik svájci erőművi szivattyútelep két kilométer hosszú járatának kihajtása során váratlanul nagy erejű vízbetörés (134 l/s) lépett fel, ami a munkálatok teljes leállításához vezetett. Egészen addig száraz terepviszonyok közepette haladtak az alagúthajtással, az üregek kitöltése és a talaj megerősítése kizárólag cementtel történt. Az intenzív vízbetörés azonban elmosta a még oly nagy mennyiségben injektált cementet is. A szondázó fúrások során bebizonyosodott, hogy jóval nagyobbak lettek a hasadékok. A beruházót, aki addig határozottan ellenezte a kémiai injektálás minden formáját, végül sikerült meggyőzni a műgyanta részleges alkalmazásának szükségességéről. A hibrid technológia segítségével annak rendje és módja szerint meg is állították a vízbetörést, ami után zavartalanul folytatódhatott az injektálás cementtel.

Hibrid injektálás variációs lehetőségekkel

Az új eljárás, vagyis a gyantával megtámogatott cementinjektálás legnagyobb előnye a variálhatóság. A poliuretán gyantára érdemes úgy tekinteni, mint a hagyományos cement alapú technológia hasznos kiegészítőjére, amely kiszélesíti, gazdagítja annak alkalmazási lehetőségeit. A tisztán gyanta anyagú injektálás képes önmagában, közvetlenül útját állni az erős vízbetöréseknek. Közepes erejű, cementtel is orvosolható vízbehatolás esetén a poliuretán gyanta a víz blokkolásával védi a cementet a kimosódással szemben. A hibrid injektálás legnagyobb előnye abban rejlik, hogy az anyagelegy tulajdonságai valós időben, egyfajta „just in time” rendszerben hozzáigazíthatók a folyamatosan változó tényleges körülményekhez. Így aztán mindenki elégedett lehet. A technológusok megtarthatják kedvenc, jól bevált építőanyagukat, az olcsó és környezetbarát cementet, amelynek alkalmazását ugyanakkor mostantól szélsőségesen mostoha körülmények között is lehetővé teszi a PU-gyantával megtámogatott injektálási technológia. Holger Graeve szerint ezért kétség sem férhet hozzá, hogy a hibrid injektálás hamarosan általánosan elfogadottá válik és „a cement alapú technológia mellett elfoglalja az őt megillető helyet a legnagyobb hatásfokú, jól variálható speciális injektálórendszerek sorában”.



Holger Graeve
Holger.Graeve@mc-bauchemie.de

“ÁTTÖRÉS A HIBRID INJEKTÁLÁS TERÜLETÉN

“Sikerült ötvöznünk a kémiai, illetve a hagyományos ásványi anyagokkal végzett injektálás előnyeit.”

Holger Graeve

Holger Graeve közel harminc éve az MC csapatát erősíti. Az okleveles építőmérnök 1988-ban végzett a Cottbusi Építőipari Főiskolán, és tudományos munkatársként az intézménynél is maradt egészen 1991 márciusáig, amikor is csatlakozott az MC-hez. Az injektálási szakterület globális termékmenedzszerként az ő nevéhez fűződött többek között az MC-Montan Injekt termékprogram kifejlesztése. Az MC aktív-nak adott interjújában az MC hibrid injektálórendszerek terén felhalmozott know-how-járól is beszélt.



“Az MC-Montan Injekt gyanták cementpéppel is tökéletesen kombinálhatók.”

Miért vette fel az MC-Bauchemie az MC-Montan Injekt termékcsaládot az injektálórendszerek felvonultató portfóliójába?

Az alagútépítés az MC egyik ígéretesen fejlődő szakterülete, vagy ahogy mi mondjuk: „Fields of Expertise”. A múltban az MC elsősorban a magasépítési ágazatban tett szert komoly hírnévre injektálási szakértelmével, de közben azért a felszín alatti infrastruktúrához kapcsolódó injektálás területét sem tévesztették teljesen szem elől. Hidrogél alapú injektálórendszereink, amelyek annak idején számos vasúti építési projektet megmentettek a kudarctól, a múlt század nyolcvanas-kilencvenes éveitől kezdve vágathajtási munkálatokat kísérő injektálásként is funkcionálnak. Az MC több évtizedes injektálási tapasztalattal a háta mögött vállalkozott arra a merész lépésre, hogy a mélyépítési infrastrukturális beruházásokat, azon belül főként alagútépítési projekteket kísérő injektálások terén is aktivizálja magát. Az új kihívások sikeres teljesítéséhez módosítani kellett a meglévő injektálási termékportfóliókat. Így született meg az MC-Montan Injekt termékprogram.

Mely termékközpontokat öleli fel az MC-Bauchemie injektálási portfóliója?

Injektálórendszereinket alapvetően négy különböző csoportba sorolhatjuk. Vannak az

erőátadó-merev injektálásaink, a rugalmas-elasztikus anyagaink, aztán ott vannak a térfogatukat növelni képes hidrogélek, végül pedig a szilikátos rendszereink. A hibrid injektálások kifejlesztésével pedig sikerült ötvöznünk a kémiai, illetve a hagyományos ásványi anyagokkal végzett injektálás előnyeit.

Környezetvédelmi szempontból hogyan értékelné ezeket a rendszereket?

A talajvízzel érintkezésbe kerülő injektálóanyagok nem fejthetnek ki tartósan negatív hatást a vízre, ez az egyik alapvetése a német vízgazdálkodási törvénynek. Szervesanyag-gyártó lévén az MC mindig is kiemelt figyelmet fordított a környezetvédelmi szempontok érvényesítésére.

Mi voltunk azok, akik – még jóval a vonatkozó engedélyeztetési előírások hatálya lépése előtt – a gelsenkircheni Közegészségügyi Intézzel közösen kifejlesztettük az ún. osztótestet az injektálóanyagok talajvízre gyakorolt hatásának kimutatása és kordában tartása céljából. Hagyományos és hibrid injektálásokhoz egyaránt kizárólag tanúsítvánnyal rendelkező gyantákat használunk.

Mi okoz nehézséget hibrid injektálás alkalmazása esetén?

A hibrid eljárás még az erre szakosodott vállalkozásokat is komoly kihívások elé állítja. Lényegét tekintve kétkomponenses rendszerű injektálásról beszélünk, amelynek van egy ásványi és egy kémiai része. Ráadásul a gyantaoldalon igen rövid reakcióidőket kell tudnunk kezelni. További követelmény, hogy hajszálpontosan kontrollálni és vezérelni tudjuk a cement és a gyanta részarányát.

Mindezt több méter mélyen a felszín alatt, folytonosan változó külső körülmények közepette. A vezérlőrendszerek óriási segítséget jelenthetnek az injektálást végző személyeknek. Ne felejtsük el, hogy alagútépítésnél váltott műszakos rendben, folyamatosan zajlik a munka. Már csak ezért is minden elismerésem az injektálási szakembereké.

