BIG

– Gemensam forskning för hållbara geokonstruktioner



Figur 1: *Vad är egentligen en hållbar geokonstruktion – vilken pusselbit saknas.*

Att geotekniker ska bidra till en hållbar framtid är säkert en självklarhet för de flesta av er som läser denna artikel. Men hur lyckas vi geotekniker i praktiken? Vilka möjligheter finns? Beställare vill gärna bidra till hållbara tekniska lösningar, ja, åtminstone så länge det inte kostar extra, inte tar omotiverat lång tid och fortsatt uppfyller alla krav på säkerhet, funktion, beständighet och robusthet.

Har vi tillräcklig kunskap för att kunna lösa den komplexa kravbild som finns och samtidigt bidra till att fler hållbara geokonstruktioner byggs? Visst kan vi begränsa användningen av cement, men hur bra blir produkten? Har vi tillräcklig kunskap om det jordmekaniska systemet, så vi kan välja rätt alternativ? Det finns inga självklara svar på frågorna, utan det är ett pussel med forskningsresultat från flera BIG projekt som möjliggör ett första preliminärt svar på frågorna. Nyfiken? Läs resten av artikeln.

BIG lägger ett kunskapspussel

BIG (Branschsamverkan i Grunden) är en branschsamverkan där Trafikverket tillsammans med Chalmers, SGI, KTH och LTU driver forskning inom geoteknik. Det har blivit många pusselbitar med kunskap från de forskningsprojekt som genomförts under åren sedan BIG etablerades 2014. Efter mer än 10 års forskning, kan man tycka att det borde vara rimligt att pusslet vore komplett och gav en helhetsbild. Men det är ett osedvanligt svårt pussel att lägga! Det försvåras även av att nya aspekter tillkommer. Det räcker inte längre att geokonstruktionen ska vara säker, utan nu ska den även bidra till hållbarhet. Det är därför fortsatt ett flertal hål i pusslet, bilden är otydlig och vi har ingen ram med raka bitar att hålla oss i.

Vid årets VIP-möte (BIG:s forskningsdagar för projektdeltagare och Trafikverket FoI-handläggare) fokuserades därför på att identifiera vilka behov som finns och var mer kunskap skulle göra störst nytta.

Hållbar djupstabilisering – är det möjligt

Det finns i princip två möjligheter för att uppnå en mer hållbar jordförstärkning med inblandningspelare. Öka hållfastheten i den aktuella inblandningspelaren och därmed kunna minska antalet pelare eller använda lägre bindemedelsmängder och mer miljövänliga bindemedel. BIG-projektet, *Stabilisera sulfidjord med kemiska tillsatser – är det möjligt?* [D202403] visar att det finns ytterligare ett alternativ, nämligen att undersöka vilka tillsatser som skulle kunna ge positiva effekter. I projektet har man gjort en första ansats att studera vad som händer om salt tillsätts tillsammans med bindemedlet. Preliminära resultat indikerar att härdningstiden reduceras och att ökad hållfasthet erhålls. Den stora frågan är dock vad som händer om vi flyttar oss från den småskaliga miljön i laboratoriet till praktisk tillämpning i fält?

Behöver vi egentligen den höga hållfastheten? Trafikverkets regelverk anger att den behövs, men utifrån det jordmekaniska systemet, är det relevant? Detta är den indirekta fråga som genomsyrar BIG-projekten [A2024-08] *Uppföljning av modell för sättning-tid för stabiliserad jord och [D2024-01] Reviderad beräkningsmodell KC-pelare – möjligheter.* Den beräkningsmodell som används idag är utvecklad när det främst var kalkpelare som användes och förutsätter full samverkan mellan jord och pelare. Modellen bibehölls även om cement introducerades, vilket gav styvare pelare och därmed inte alls samma samverkan. Vi har därmed en beräkningsmodell som inte korrekt beskriver det mekaniska systemet. Om vi kunde beskriva systemet mer korrekt och formulera en ny beräkningsmodell, skulle vi då kunna visa att det krävs mindre bindemedel för samma förstärkningseffekt? Dvs. mindre miljöpåverkan, en mer hållbar geokonstruktion som ändå är tillräckligt bärkraftig. Här finns väldigt många gamla pusselbitar som behöver rengöras (uppdateras) och kompletteras med några ytterligare pusselbitar (forskning). Först då kan vi lägga pusslet och få ett svar på om vi behöver den höga hållfastheten.

Kan vi få mer kunskap om den stabiliserade jordens egenskaper, utan att göra mer undersökningar? Det är en tanke som framförs inom ramen för BIG-projektet [A2024-09] *Samband mellan UCS-, triaxial-*



Kenneth Viking
Trafikverket, Ordförande BIG



Gunilla Franzén
GeoVerkstan, BIGs sekretariat



Tomas Björnehall
Trafikverket, vice ordförande

och seismisk provning. Hypotesen är att om vi kan etablera tydliga relativa samband mellan laboratorie- och fältundersökningar, då kan vi från samma mängd undersökningar erhålla mer information. Det är en bit kvar att etablera de fullständiga sambanden. De laboratorieundersökningar som gjorts visar på hur valt bindemedel och hastighet påverkar egenskaperna. Projektet visar även att det finns en potential med geofysiska mätningar i laboratorium. Vad har detta med hållbarhet att göra? Jo, mer kunskap gör att vi kan välja rätt bindemedel i rätt mängder för den aktuella platsen, vilket bidrar positivt både till ekologisk och ekonomisk hållbarhet.

Hållbar stabilisering just nu, men vad händer efter 30 år? Är det fortsatt en hållbar lösning att använda stabilisering? BIG-projektet, *Förändras stabiliserade materials egenskaper med tiden?* [A2021-05] har genom förnyad provning av pelare 30 år efter installation studerat vad som händer med hållfastheten i pelarna. Utifrån erhållna resultat som visar att uppmätt hållfasthet efter 30 år är betydligt högre än den som pelarna dimensionerades för. Det indikerar att för långtidssättningar och stabilitet efter lång tid, har vi ”överdimensionerat”, det vill säga det kan finnas potential att optimera pelarantal/pelarmängder. Men det är ju inte enbart hållfastheten i sig som avgör, utan även hur homogena pelarna är. Det senare visar sig variera kraftigt i de pelare som undersöktes. Ett svagt skikt kan ju orsaka både omfattande sättningar och inte minst är det en potentiell glidyta. Vad säger då dessa resultat oss när det gäller hållbarhet? Att bindemedelsmängder kan optimeras, men det viktigaste är att säkerställa hög kvalitet på installationen så att homogena pelare med förväntade egenskaper erhålls.

Projektering och utförande av hållbara geokonstruktioner kräver KUNSKAP

Vi kan analysera, optimera och använda tumregler. Men det som verkligen kan bidra till mer hållbara geokonstruktioner är en ökad kunskap om vårt byggmaterial det vill säga jordens egenskaper. Det handlar inte nödvändigtvis om att undersöka mer, utan att använda rätt undersökningsmetoder för aktuell plats och även erhålla en information om hur säkra vi är på de mätresultat som erhålls. Om vi dessutom kan skapa en större förståelse för vad det är som påverkar jordens beteende både i mikro och makro skala, då har vi goda förutsättningar för att dimensionera och utföra hållbara geokonstruktioner.

En viktig pusselbit för ökad hållbarhet är att använda jorden på den aktuella byggarbetsplatsen som en resurs, i stället för att köra massorna till en deponi. Att uppschaktade massor direkt kan användas som en del av fyllningsmaterialet, ger två fördelar. Transporterna av massor till och från arbetsplatsen begränsas, samtidigt som volymen fyllningsmaterial från täkt begränsas. Två fördelar som bidrar till en hållbar geokonstruktion. En förutsättning för att detta ska vara möjligt är att det finns effektiva undersökningsmetoder för andra jordar än klassisk lera. BIG projektet *Möjlighetsanalys – befintliga och nya undersökningsmetoder i andra jordar än lera* [D2024-08] har identifierat ett flertal undersökningsmetoder som med utveckling skulle kunna bli effektiva undersökningsmetoder även i Sverige. Flera metoder finns, men den praktiska erfarenheten av undersökningsmetoden i Sverige saknas. Det finns även potential med ny teknik att vidareutveckla äldre metoder med dagens möjligheter.

Att ha kunskap om osäkerheterna och hantera osäkerheterna systematiskt, kan det bidra till mer hållbara geokonstruktioner? Kunskap om osäkerheterna gör att vi kan välja rätt marginal till brott och onödig överdimensionering undviks. Kan modeller utvecklas som mer korrekt transformerar mätdata till hållfasthet för aktuell plats? Då kan vi göra mer precisa och noggranna dimensioneringar, som gör att inget onödigt material används. BIG-projektet *CPT, Vb, Vilka samband ska vi använda när hållfastheten bestäms?* [D2024-07] studerar möjligheten att utveckla mer korrekta transformationsmodeller. Detta skulle i normalfallet ge en högre utvärderad hållfasthet, vilket i sig leder till minskade förstärkningsbehov som i sin tur ger mer hållbara geokonstruktioner. Precision och noggrannhet i transformationsmodeller är därmed en pusselbit för hållbara geokonstruktioner.

Det ögat inte kan se har inom geotekniken en avgörande betydelse. Kvicklera är ett exempel där leror hämtade från platser som ligger relativt nära varandra (35 km) kan ha helt olika egenskaper. Orsaken är att lerans mikroskala är olika, det vill säga hur kornen är lagrade och hur de binds ihop. Spelar det någon roll? Inte minst om området ska stabiliseras är det viktigt att ha koll, eftersom de två lerorna kan kräva helt olika mängder och typer av bindemedel för att få bästa, hållbara effekt. BIG projektet *Lerans microskala, påverkar den ”kvicklerans” egenskaper?* [A2023-03] har gjort en första djupdykning i mikroskalan för lera, genom att använda röntgenteknik. Ett annat exempel är nedbrytning av grovkorniga jordar, där mikroskalan hos kornen påverkar hur bra kornen kan stå emot en dynamisk belastning. Detta



Foto: GeoVerkstan.

Figur 2: *Hur hållbart är det med djupstabilisering?*

fenomen studeras inom BIG-projektet *Dynamisk belastning av grovkorniga material – vad händer?* [A2024-12]

Slutsatsen är att mikroskalan inte ska glömmas bort om en hållbar geokonstruktion är målet.

Vill du veta mer om de pusselbitar som BIG bidrar mer

Denna artikel ger enbart ett axplock av alla de pusselbitar som kommit fram inom BIG under 2025. Utmaningen är att den enskilda projektören ska få del av kunskapen. För det är kunskap som är basen för en hållbar geokonstruktion. Vi behöver även en samsyn om hur vi bäst nyttjar kunskapen för att ta fram hållbara geokonstruktioner. BIG står för Branschsamverkan i Grunden, BIG och hoppas att få se dig under år 2026 i den vidare dialogen och användningen av forskningsresultaten. Missa inte BIGs webbinarium och seminarium, läs mer på *www.big-geo.se*

Läs mer:

Mer information om projekten hittar du på: *www.big-geo.se*

Beteckning inom parentes är BIGs projektnummer.

- Jakten på nya korrelationer för stabiliserad jord – samband mellan UCS- , triaxial- och seismisk provning [A2024-09]
- Stabilisera sulfidjord med kemiska tillsatser – är det möjligt? [D2024-03]
- CPT, Vb, Vilka samband ska vi använda när hållfastheten bestäms? [D2024-07]
- Kan vi modellera sättningsförloppet för stabiliserad jord? [A2024-08])
- Förändras stabiliserade materials egenskaper med tiden? [A2021-05]
- Möjlighetsanalys – befintliga och nya undersökningsmetoder i andra jordar än lera [D2024-08]
- Lerans microskala, påverkar den ”kvicklerans” egenskaper? [A2023-03]
- Dynamisk belastning av grovkorniga material – vad händer? [A2024-12]