



BIG:s bidrag till "Transportation Geotechnics"

Den engelska termen "Transportation Geotechnics" är svår att översätta till svenska. "Geoteknik för transportinfrastruktur" ger inte på samma sätt en bild av de mångfasetterade frågeställningar som inkluderas. Den engelska termen inkluderar kunskap om egenskaper och beteende hos jord, berg, vatten och nya material när de används som byggmaterial i transportinfrastruktur, oavsett om de handlar om väg, järnväg, sjöfart eller flyg. Byggmaterialets hela livscykel inkluderas avseende materialegenskapernas förändring, deras effekt på konstruktionens funktion och inverkan på omgivningen. Det är en holistisk syn som eftersträvas där samverkan mellan undergrund, bank, geokonstruktion och överbyggnad studeras utifrån att förändringar i laster och miljöeffekter ska hanteras i en robust, hållbar, funktionell och säker konstruktion, med rimlig investerings-, drifts- och underhållskostnad. Denna artikel ger en översikt över hur BIG (Branschsamverkan i Grunden) genom sin forskning bidrar till flera av delarna i "Transportation Geotechnics".

"Transportation Geotechnics"

Det är inte självklart hur begreppet "Transportation Geotechnics" ska översättas och förslaget Geoteknik för transportinfrastruktur riskerar att förminska innebörden, så att delar av det mångfasetterade begreppet exkluderas.

"Transportation Geotechnics" innebär att *fyra transportslag* inkluderas; väg, sjöfart, flyg och järnväg. Fyra transportslag som vid en första anblick är väldigt olika för användaren, men som har samma behov av säkra, robusta, funktionella, hållbara banor och anläggningsytor. Ur ett geotekniskt perspektiv är skillnaden lasten på ytan. En båt, ett tåg, en lastbil eller ett flygplan, ger olika belastning på ytan i tid och storlek. Hanteringen av frågeställningarna för undergrunden och uppbyggnaden av banan respektive anläggningsytan har därmed många likheter. Att arbeta utifrån konceptet med "Transportation Geotechnics" innebär att en gemensam kunskaps- och erfarenhetsbas kan användas oberoende av transportslag, under förutsättning att olikheterna för transportslagen beaktas vid användandet.



Kenneth Viking
Trafikverket, Ordförande BIG



Carina Hultén
Trafikverket, Vice Ordförande BIG



Gunilla Franzen
BIGs sekretariat

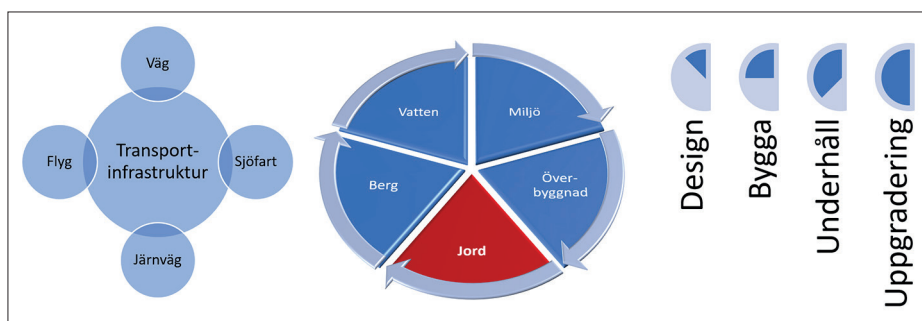
”Transportation Geotechnics” innebär att fem teknikområden geoteknik, miljö, hydrogeologi, bergteknik, överbyggnad får en tydlig gemensam plattform. Ur ett svenskt perspektiv arbetar dessa teknikområden idag relativt fristående från varandra, även om det finns många beröringspunkter. För att skapa hanterbara frågeställningar bryts problemen ofta ner till enskilda teknikområden, vilket kan resultera i att komplexiteten i frågeställningen som berör hela systemet går förlorad. Att arbeta utifrån konceptet med ”Transportation Geotechnics” innebär att dela kunskap och erfarenheter mellan de olika teknikområdena för att knyta ihop hela systemet.

”Transportation Geotechnics” innebär att transportinfrastrukturens hela livscykel inkluderas, från idé till uppgradering. De forskningsprojekt som bedrivs idag är ofta kopplade till en specifik del av processen och samband som berör andra delar av livscykeln är ofta svåra att identifiera. Att arbeta utifrån konceptet med ”Transportation Geotechnics” innebär att använda en holistisk tillämpning där kunskap delas och används genom hela processen. *Figur 1* illustrerar hur Transportation Geotechnics innebär att applicera ett livscykelperspektiv på transportinfrastruktur utifrån den fem teknikområdena.

”Transportation Geotechnics” innebär att hantera framtidens transporter som tenderar att inkludera fordon som är större, tyngre, snabbare och längre. Detta i kombination med behov av att hantera omgivningseffekter, begränsa klimatpåverkan och skapa robust infrastruktur för det oförutsedda. Samtidigt skapar digitaliseringen både möjligheter och nya utmaningar. I en artikel presenterad vid ISSMGEs internationella konferens i Sydney, redovisas State-of-art inom ”Transportation Geotechnics” [1]. Frågan är var vi befinner oss om fyra år vid nästa internationella konferens? Kommer vi i Sverige att kunna redovisa hur vi tillsammans bidrar till att lösa de utmaningar som ”Transportation Geotechnics” hanterar?

BIGs bidrag till ”Transportation Geotechnics”

BIG, Branschsamverkan i Grunden, är ett branschgemensamt forskningsprogram med fokus på geoteknik för väg och järnväg. Målsättningen är att sänka kostnader för byggande och underhåll av transportsystemets infrastruktur samt bidra till att FN:s globala mål uppnås, genom ett långsiktigt och systematiskt utvecklingsarbete inom geoteknikområdet. Forskningsfokus för BIG är jordme-



Figur 1: ”Transportation Geotechnics” innebär livscykelperspektiv för fem teknikområden som berör fyra transportslag.

kanik och grundläggning, men utifrån framtidens behov av säker, robust och hållbar transportinfrastruktur ser BIG att frågor om masshantering, livscykelanalyser och tjäle kan ta större utrymme i BIGs projekt.

BIGs bidrag till ”Transportation Geotechnics” är främst den klassiska geotekniken, med kunskap om material-egenskaper och materials beteende. Det är denna bas som BIG kan bidra med för att överbygga glappet mellan teknikområdena geoteknik, miljö, hydrogeologi, bergteknik, överbyggnad. Under 2022 påbörjades diskussionerna inom BIG om hur branschprogrammet bidrar till ”Transportation Geotechnics” och det konstaterades att det finns flera BIG projekt som bidrar inom de fem olika teknikområdena. Några av dessa BIG-projekt beskrivs mer utförligt längre fram i denna artikel. Det är viktigt att kunskapen från dessa BIG-projekt delas med experter från andra teknikområden, samt att det skapas förutsättningar för att pågående projekt tar nytta av det som utförs inom andra branschinitiativ.

”Transportation Geotechnics” innebär en tvärvetenskaplig samverkan där kunskap delas och olika perspektiv belyses för frågeställningen. BIGs ambition är att tillsammans med övriga branschinitiativ och branschföreträdare föra dialog om hur detta skulle kunna se ut i en svensk kontext. En dialog om tvärvetenskaplig samverkan där de olika teknikområdenas särart respekteras samtidigt som de gemensamma möjligheterna utvecklas.

BIGs bidrag till ”Transportation Geotechnics” – Jord

Merparten av BIGs forskningsprojekt tar utgångspunkt i frågeställningar kopplade till jord. Det inkluderar bland annat jordmekanik, jords egenskaper och förändring, byggmetoder i jord, förstärkningsåtgärder och modellering av jords beteende. Under åren har BIG genomfört ett stort antal projekt relaterade till jord, som redovisas på BIGs hemsida (www.big-geo.se). I denna artikel redovisas ett

axplock av projektet som slutförts under 2022.

Vid byggnation i stadsmiljö ställs krav på att omgivningspåverkan ska begränsas och toleranserna som accepteras är ofta små. Det är därför prioriterat att skapa en ökad kunskap om effekten av djupa schakter och installation av pålar, utifrån potentiell omgivningspåverkan på närliggande konstruktioner och ledningar. Vid Chalmers tekniska högskola fokuserar två olika projekt på omgivningspåverkan. I (A2019-19 Pålar massförskjutning) studeras de bakomliggande mekanismerna till massförskjutning vid installation av pålar. Målsättningen är att skapa en förenklad metod för att uppskatta storleken på den erhållna massförskjutningen och därmed kunna bedöma risken för negativ omgivningspåverkan på närliggande konstruktioner och ledningar. I (A2018-09 Schakt tidsberoende effekter) är fokus att studera tidsberoende effekter vid schakter, samt hur dessa påverkar erhållet jordtryck. Detta i sig påverkar förväntade deformationer i konstruktionen och omgivningen.

Processen från idé till färdig transportinfrastruktur innebär många beslut, där olika alternativ ställs emot varandra. Besluten tas utifrån tillgänglig information men frågan är om mer välgrundade beslut kunde tas om beslutsteoretiska principer tillämpas. I ett projekt som drivs av Kungliga tekniska högskolan (A2020-03 Beslutsteori) genomförs en pilotstudie där beslutsteoretiska principer tillämpas vid applicering av en överlast under byggskedet. Resultatet ligger till grund för fortsatta studier med syfte att visa hur beslutsteoretiska principer kan användas inom geoteknik.

Byggnation med hänsyn till framtidens krav, innebär även att hantera de skiftande geologiska förutsättningar som finns runt om i Sverige. Vid SGI har man studerat sulfidjord (A2017-17 Sulfidjord) och under året redovisades en rapport som ger geoteknikerna ökad kunskap om hur man bör beakta hållfasthet och deformations-egenskaper i sina analyser.



Figur 2: Jord, vatten och berg samverkar i naturen. Frågan är hur vi skapar samma tvärvetenskapliga samverkan i forskningen?

BIGs bidrag till "Transportation Geotechnics" – Vatten

Indirekt är vatten en av de viktigaste frågeställningarna för geotekniker som arbetar med tillämpningar i jord. Vattenvariationer påverkar effektivspänningarna i jorden, skapar vattenförande lager, bygger vattentryck mot geokonstruktionen, orsakar erosion och skapar förutsättningar för påverkan långt utanför byggarbetsplatsen. Vatten finns därför med som en del av frågeställningen i flertalet BIG-projekt.

Det finns även enskilda projekt som mer tydligt direkt fokuserar på vattenproblematiken. Ett sådant är BIG-projektet vid Luleå tekniska universitet (A2020-07) där fenomenet med uppumpning av vatten och finmaterial i järnvägsbanken vid passage av tågtrafik studeras.

BIGs bidrag till "Transportation Geotechnics" – Berg

Forskningsfrågor relaterade till berg hanteras i begränsad omfattning av BIG. Fast det beror förstås på hur vi klassificerar berg. Ska fast lermorän klassificeras som jord eller berg? För närvarande pågår ett BIG-projekt (A2019-09 *Lermorän*) vid Lunds tekniska universitet med syfte att skapa en bredare kunskapsbas för att kunna bestämma lermoräns dränerade egenskaper.

Ett annat exempel på projekt med berganknytning är ett av de AI-projekt som Kungliga tekniska högskolan genomfört inom ramen för BIG (A2019-17 *AI Berg-*

yta). Här används AI för att finna korrelationer i en stor datamängd och generera matematiska relationer med hög upplösning för den rumsliga variationen av bergnivåerna i området.

BIGs bidrag till "Transportation Geotechnics" – Överbyggnad

Packning av obundet material har hanterats i flera BIG-projekt. Fokus har varit packningsförfarande och packningskontroll, med syfte att skapa tillräckligt bra packningsgrad för att uppfylla krav på största tillåtna deformation. Under 2022 avslutades ett projekt (A2020-12 *Tung vibrationsplatta*) som genomfördes vid Kungliga tekniska högskolan, med fokus på att utföra fullskaleförsök där tung vibrationsplatta används för att packa naturligt lagrad friktionsjord. Syftet är att skapa riktlinjer för hur tung vibrationsplatta ska användas vid packning av undergrund, som i sin tur skapar förutsättningar för en fungerande överbyggnad.

Vid byggnation av transportinfrastruktur korsas befintliga såväl som nya ledningar och kulvertar. Det innebär att den annars homogena banken/anläggningsytan inkluderar ett element med annan form och styvhet. Frågan som ställs i ett projekt (A2020-01 *Korsande kulvert*) vid Luleå tekniska universitet är hur form och styvhet påverkar bankens/ytans beteende (inklusive uppkomna rörelser). En annan frågeställning som studeras är under vilka förutsättningar kulverten kommer att

fungera som en barriär vid den vågutbredning som sker när fordon passerar.

BIGs bidrag till "Transportation Geotechnics" – Miljö

Miljö är ett samlingsbegrepp för flera olika frågeställningar, såsom livscykelanalyser, miljöpåverkan och föroreningar. På samma sätt som vatten är ofta miljöfrågorna indirekt inkluderade i de forskningsfrågor som BIG hanterar, men det finns även exempel på BIG projekt som explicit fokuserar på miljöperspektivet.

I ett av Kungliga tekniska högskolans projekt (A2018-21 *LCCA LCA Geoteknik*) pågår ett arbete med att vidare utveckla befintliga verktyg för att inkludera livscykelanalyser respektive livscykelkostnadsanalyser för geokonstruktioner. Målsättningen är att etablera en metodik som integreras i den geotekniska designprocessen för att göra det möjligt att välja den mest hållbara designen.

I byggprocessen efterfrågas i allt större utsträckning att andelen schaktmassor som återanvänds ökas. Detta kräver i många fall att schaktmassornas egenskaper förbättras genom stabilisering med bindemedel. En kritisk fråga för ökad användning är hur de stabiliserade massornas egenskaper förändras med tiden. Detta är en av de frågor som studeras av SGI i ett BIG-projekt (A2021-05 *Beständighet stabiliserat*).

"Transportation Geotechnics" förutsätter tvärvetenskaplig samverkan

Det engelska begreppet "Transportation Geotechnics" är svårt att översätta till svenska, med bibehållen innebörd. Oavsett hur vi väljer att översätta, eller om vi väljer att behålla den engelska termen, innebär begreppet möjligheter för branschen.

En tydligare tvärvetenskaplig samverkan ger möjligheten att utifrån framtidens utmaningar skapa robust, hållbar, funktionell och säker transportinfrastruktur, med rimlig investerings-, drifts- och underhållskostnad.

I naturen sker en naturlig samverkan mellan jord, vatten och berg, se *Figur 2*. Vad krävs för att skapa samma naturliga tvärvetenskapliga samverkan inom forskningen? Är begreppet "Transportation Geotechnics" en katalysator som kan bidra? BIG hoppas att i dialog med andra branschinitiativ och branschföreträdare komma ett steg närmare svaret på frågorna. ■

Referenser

[1] R. Kelly, C. Zapata, B. Indraratna, W. Powrie, Y. Kikuchi, E. Tutumluer, A.G. Correia, (2022), *State of the Art in Transportation Geotechnics*, ICSMGE, Sydney, ISBN 978-0-9946261-6-5