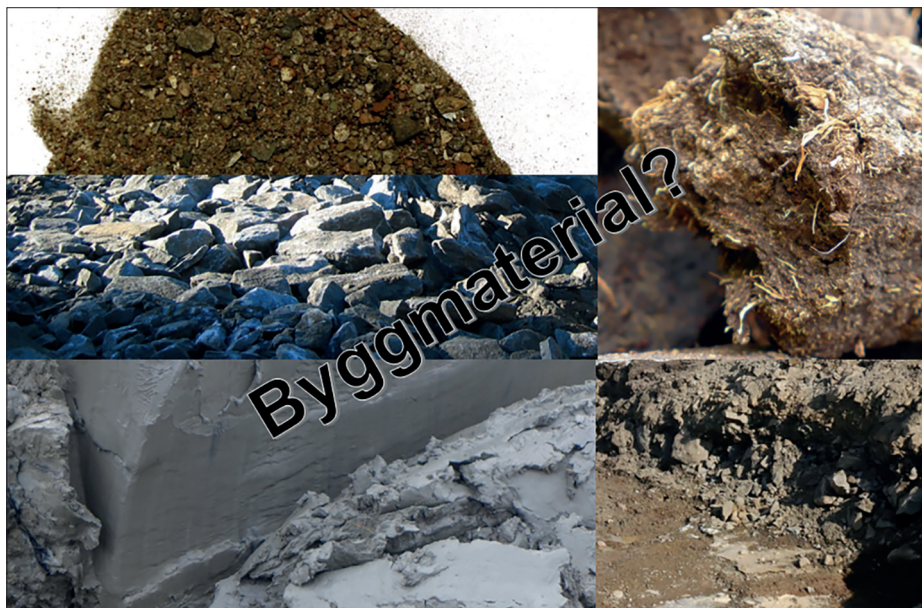


BIG ökar förutsättningarna för att undersöka, utvärdera och förstå jords egenskaper

Foto: GeoVerkstän.



Figur 1: När kan dessa material klassificeras som byggmaterial?

Varje år investerar Trafikverket miljontals kronor i geotekniska undersökningar med intentionen att skapa en relevant geomodell som ska bidra till att rätt teknisk lösning projekteras och byggs. Rätt teknisk lösning? Ja, en teknisk lösning som löser det aktuella problemet och skapar en säker och funktionell geokonstruktion utan onödiga extra kostnader. Men undersöker vi rätt egenskap med rätt metod? Använder vi relevanta samband när vi utvärderar? Har vi förmågan att förstå vad egenskaperna innebär i vårt aktuella projekt? Kanske kan vi svara ja på frågorna om vi befinner oss i områden med homogen lera, men hur är det om området består av silt, morän, torv eller sulfidjord?

BIG breddar kunskapen om olika jordars egenskaper

BIG har metodiskt under flera år arbetat med att öka kunskapen runt jords egenskaper. För homogen lera och sand, finns

omfattande kunskap om vilka undersökningsmetoder som bör användas samt en förståelse för hur erhållna egenskaper bör påverka valet av teknisk lösning. För andra jordar såsom silt, sulfidjord, torv och morän såsom lermorän, siltmorän, sandmorän och grövre moräner finns en mer begränsad kunskapsbas. BIG har



Kenneth Viking
Trafikverket, Ordförande BIG



Gunilla Franzén
GeoVerkstän, BIGs sekretariat



Carina Hultén
Trafikverket, vice ordförande BIG

därför under senare år genomfört ett flertal projekt för att öka kunskapen och förståelsen för dessa jordar. I denna artikel ges en översikt av delar av projektresultaten, samt en blick framåt vad som behövs för att på sikt skapa förutsättningar för mer optimala geokonstruktioner.

Geomodellen en konceptuell modell - ett verktyg för projektering och utförande

En geomodell är ett verktyg som de flesta geotekniker använder sig av. Dock varierar formatet kraftigt, allt från en tankebild i någons hjärna till en avancerad 3D-modell. Det är inte alltid vi benämner det med namnet geomodell, men det är bild av verkligheten, ett verktyg för att identifiera frågeställningar och lösningar på platsen där geokonstruktionen ska byggas. För att det ska bli ett verktyg måste vi både säkerställa att den beskriver verkligheten och samtidigt kunna tolka informationen – vad visar den för dig som projektör?

Lager med torv i geomodellen – är det dags att föreslå urgrävning?

Torv är ett material som många helst undviker, eller om det återfinns i geomodellen så föreslås att materialet grävs bort och ersätts med ”bra” massor som transporteras dit. Men hur hållbar är den lösningen? Kan vi i stället låta torven ligga kvar och bygga utifrån torvens egenskaper?

SGI har inom ramen för BIG genomfört flertalet projekt med fokus på att öka kunskapen om Torv som byggmaterial. Arbetet initierades med BIG projektet *Erfarenheter från byggmetoder med torv (A2015-24)*, där det konstaterades att det finns flertalet byggmetoder som gör det möjligt att bygga på torven även om den har låg bärförmåga. Projektet identifierade tydliga behov av ökad kunskap avseende undersökningsmetoder och egenskapernas variation med typ av torv. Projektet *Deformationer och brottmekanismer i torv (B2015-24)* ger en ökad förståelse för torvens beteende genom att beskriva en

konceptuell modell för torvens brottmekanismer stansbrott, lokala brott (punkt/zon) samt skillnaderna vid dränerat och odränerat brott. Basen för modellen är utvecklingen av utrustning för blockprovtagning i fält och modellförsök i laboratorium av blockproverna. Inom ramen för projektet *Torv – Hållfasthetsegenskaper* (A2020-05) har kunskapen om hållfasthetsegenskaperna för fibrig torv (låg- och mellanförmultnad) ökats, bland annat genom fält- och laboratorieundersökningar. Resultatet är metodik för hur torvs hållfasthetsegenskaper ska ansättas, samt en ny sonderingsmetod i fält CYPT.

Vi byggde järnväg på torv för 100 år sedan, så vi borde kunna göra samma idag, eller? Den frågan ställdes vid ett BIG webinarium. Det konstaterades att torvs egenskaper varierar mer än man tror. Resultaten från BIG-projekten visar dock att en systematisk kunskapsuppbyggnad och utveckling av verktyg, skapar förutsättningar för att projektera och bygga ekonomiska, säkra och hållbara vägar och järnvägar på torv.

Silt återfinns i geomodellen – nu får vi problem i utförandeskedet!

Silt är ett klurigt material att bygga med. I torrt tillstånd är det utmärkt att både schakta och bygga med. Med lite fukta kan du skapa riktigt branta schaktslänter, men blir det för mycket vatten så flyter schaktbotten, slänten rasar och det krävs omfattande åtgärder för att återställa byggarbetsplatsen. Dessutom är det svårt att beskriva siltens egenskaper, det är inte sand men inte lera. En specifik problematik har noterats i slänter av silt och lera i anslutningar till vägar och järnvägar i Västernorrland. Sättningar, skredliknande sprickor och skred har noterats. I förstudien *Långsamma skred i skiktad siltig jord* (A2022-01) samverkade Chalmers, SGI, Trafikverket och Luleås tekniska universitet för att identifiera vad är orsaken, hur kan vi öka kunskapen om fenomenet och därmed vidta rätt åtgärder. Resultaten visar på att det bland annat är faktorer så som topografi, geologi, avrinnings förutsättningar och nederbörd som styr uppkomsten. Utifrån förväntade förändringar i nederbörd så finns här flera resultat att ta vidare, om framtidens vägar ska fungera i ett förändrat klimat.

Lermorän – en morän är att alltid ett bra byggmaterial

Morän är för många synonymt med ett material som fungerar utmärkt som byggmaterial. Det kanske stämmer för grövre moräner, men lermorän upplevs, precis som silt, som ett klurigt material av många.



Foto: GeoVerkstän.

Figur 2: Torv, ett material för uppvärmning och odling, men hur bra är det som byggmaterial?



Foto: GeoVerkstän.

Figur 3: Lermorän, ett bra byggmaterial?

Lermoränen är ett material som varierar i sammansättning av olika fraktioner, skikt med lera eller sand och vars egenskaper snabbt kan förändras vid höga vattenkvoter. Det finns därför utmaningar med lermorän som byggmaterial, både avseende schaktning, bärighet vid grundläggning och dränering. Det är med andra ord en utmaning att bestämma relevanta egenskaper i projekteringsskedet. I samverkan mellan Lunds tekniska högskola och Chalmers pågår projekt om *Odränerade egenskaper hos lermorän* (A2019-09) med syfte att öka kunskapen om egenskaperna och därmed förståelsen för lermorän som ett byggmaterial.

Sulfidjord – en förorening som ska deponeras!

Markföroreningar skapar en allt större problematik och kostnader i byggprojekt. Att hantera av människa tillförda föroreningar är en sak, men när naturligt förekommande sulfid kan klassas som föroreningar då skapar detta enorma kostnader. Det är därför önskvärt att i största

möjliga mån kunna bygga direkt på sulfidjorden, vilket kräver ökad förståelse både av geotekniska egenskaper och miljöegenskaper. SGI projektet *Sättningar och hållfasthetstillväxt i sulfidjord* (A2017-17) är ett av flera BIG projekt där resultat från uppföljning av provbankar ökar förståelsen för sulfidjordars beteende vid belastning. De cykliska och dynamiska egenskaperna hos sulfidjordarna undersöks i ett projekt på Luleås tekniska högskola (A2021-16). Inblandningspelare är ett förstärkningsalternativ som ofta övervägs även i områden med sulfidjordar. I projektet *Förbättrad stabilisering av sulfidjord med kemiska tillsatser* (D2024-03) genomförs laboratoriestudier för att öka förståelsen för de kemiska processerna som sker vid inblandning av cement, slagg och salt i sulfidjord. Förhoppningen är att skapa förutsättningar för att projektera effektiva förstärkningsåtgärder. Tillsammans skapar projekten förutsättningar för att väg och järnväg ska kunna projekteras i områden med sulfidjord, utan att det med automatik ska resultera i stora deponeringskostnader.

Stabiliserad jord – Vilka är egenskaperna?

När geomodellen indikerar lerlager med låg hållfasthet, blir inblandningspelare ofta ett av de första alternativen som övervägs. Notera att det som förr slentrianmässigt kallades KC (Kalk-Cement) nu är pelare med många olika typer och kombinationer av bindemedel. Orsaken är en önskan om att skapa en förstärkningsmetod som är mer klimatsmart men med bibehållna goda jordförstärkningsegenskaper, vilket gör att andra alternativa bindemedel övervägs. I *Långtidsegenskaper hos stabiliserade material* (A2021-05) studerar SGI en av de frågor som är kritiska för geokonstruktionen. Vilka egenskaper kan förväntas under geokonstruktionens livslängd. I projektet har tre fältlokaler med 20 till 30 år gamla pelare undersökts. Slutliga resultat från denna studie kommer under 2025.

En annan kritisk fråga är vad de pelarsonderingsmetoder som används för kontroll av installationen visar utöver kvaliteten på pelarna? Men vilken säkerhet kan vi omvandla resultaten från sonderingarna till relevanta hållfasthets och deformationsegenskaper? Projektet *Kalibrering av pelarsonderingen för djupstabilisering* (A2024-07) fokuserar på att ta relevanta samband mellan sonderingsresultaten och hållfastheten. Det finns indikationer på att nuvarande samband överskattar hållfastheten.

Geomodellen varierar med tiden?

Geomodellen som projekteringsverktyg är inte ett statiskt verktyg, utan den förfinas utifrån att mer information blir tillgänglig och utifrån vad som projekteras. Men kanske är det även så att det bör övervägas om geomodellen förändras under geokonstruktionens livslängd? De förändringar i klimatet som de mest

troliga klimatscenariorena visar på, innebär att både temperaturer och nederbörd förändras. Mer intensitet i regn, fler frost/tö cykler, större flöden osv. Hur kommer detta påverka jordens egenskaper? Fler-talet BIG projekt berör dessa frågor bland annat *Verifiering av tinade temporära konstruktioner* (A2019-15), *Simple analyses of slopes in a changing climate* (A2020-09), *Effect of climate change on soft clay slopes* (A2017-10).

Geomodellen ett verktyg för masshantering

I de flesta byggprojekt har man ändrat filosofi från att schaktmassor är något som ska deponeras till att var en resurs som helst ska återanvändas inom projektet. Det ställer dock större krav på logistik inom arbetsplatsen och planering. En förutsättning är att det finns en väl genomarbetad geomodell, så att de massor som schaktas fram redan är klassificerade och därmed direkt kan användas eller placeras på rätt plats. Om detta ska vara möjligt behövs nya och/eller utvecklade undersökningsmetoder. Detta gäller inte minst för friktionsjordar inklusive morän, dvs. material som har goda möjligheter att återanvändas på arbetsplatsen. Problematiken identifierades i samband med BIGs seminarium 2024, och resulterade i att projektet *Möjlighetsanalys befintliga och nya undersökningsmetoder i andra jordar än lera* (D2024-08) startades. Målsättningen är att under 2025 presentera potentiella undersökningsmetoder för vidare utveckling.

Geomodellen samlar kunskap om området

Denna artikel ger enbart ett axplock av all den forskning som genom åren har gjorts avseende jords egenskaper. BIG fortsätter att bidra till att bygga upp kunskapsbasen. Utmaningen är att den en-

skilda projektören ska få del av kunskapen och ges möjligheten att nyttja den i de geomodeller de tar fram för sina geokonstruktioner. BIG står för Branschsamverkan i Grunden, och hoppas att få se dig under år 2025 i den vidare dialogen och användningen av forskningsresultaten. Missa inte BIGs webinarium 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.
- Erfarenheter från byggmetoder med torv (A2015-24)
- Deformationer och brottmekanismer i torv (B2015-24)
- Torv – Hållfasthetsegenskaper (A2020-05)
- Långsamma skred i skiktad siltig jord (A2022-01)
- Odränerade egenskaper hos lermorän (A2019-09)
- Sättningar och hållfasthetstillväxt i sulfidjord (A2017-17)
- cykliska och dynamiska egenskaperna hos sulfidjordar (A2021-16)
- Förbättrad stabilisering av sulfidjord med kemiska tillsatser (D2024-03)
- Långtidsegenskaper hos stabiliserade material (A2021-05)
- Kalibrering av pelarsonderingen för djupstabilisering (A2024-07)
- Möjlighetsanalys befintliga och nya undersökningsmetoder i andra jordar än lera (D2024-08)
- Verifiering av tinade temporära konstruktioner (A2019-15)
- Simple analyses of slopes in a changing climate (A2020-09)
- Effect of climate change on soft clay slopes (A2017-10)