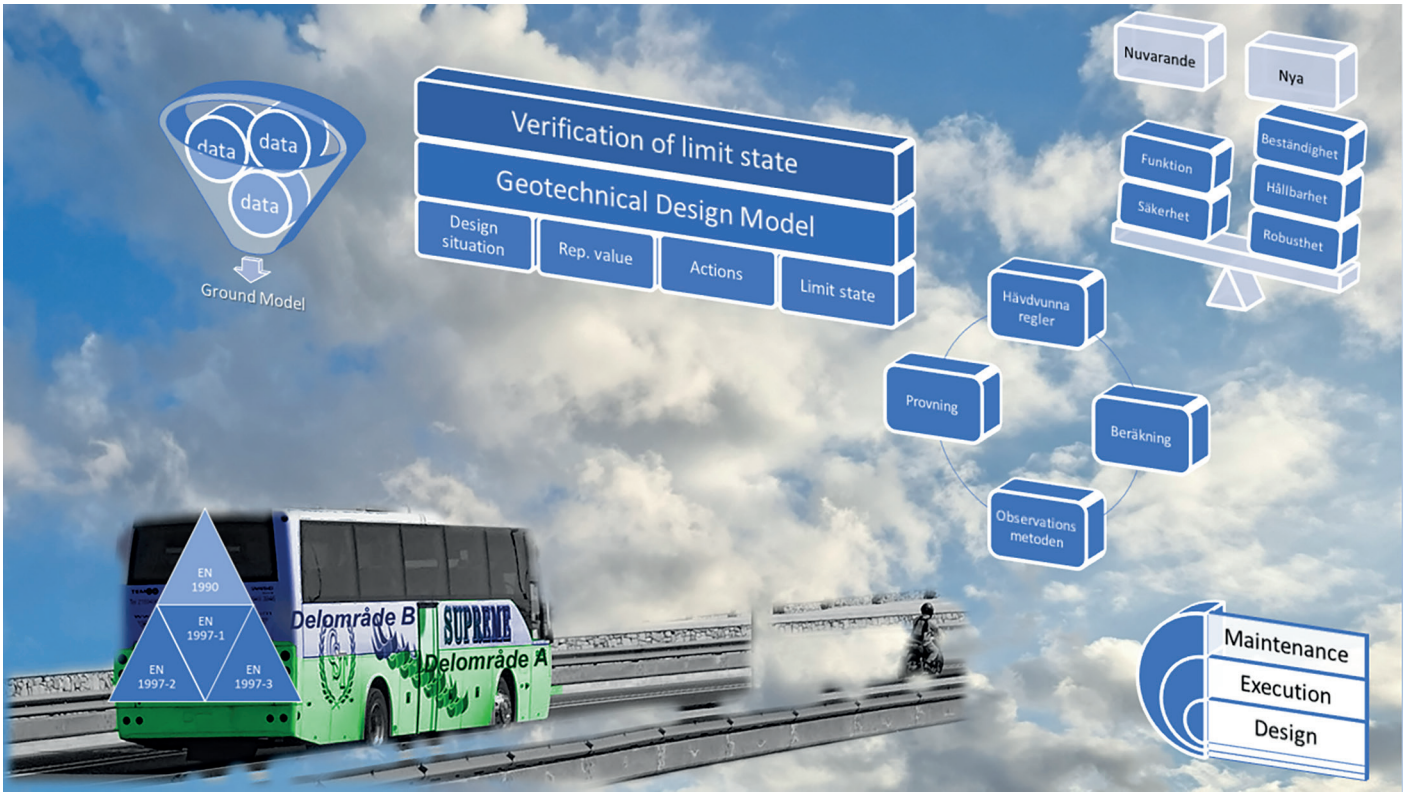
Illustration: GeoVerkstan.



Destinationen syns i horisonten.

IEG 2.0 destinationen syns vid horisonten

När IEG 2.0 under år 2020 etablerades av branschen, upplevdes år 2024 med en publicerad Eurokod 7 för geoteknik (EN 1997) som en avlägsen utopi. Nästa år tas de formella besluten på Europanivå och därefter publiceras EN 1997. Därefter finns ytterligare något år, innan det blir skarpt läge för tillämpningen, men för den gemensamma resan med IEG 2.0 så kan destinationen nu skymtas i horisonten. När vi når destinationen är förhoppningen att IEG-bussen som anländer är väl förbered med relevanta nationella val, tillämpningsdokument och ökad förståelse för hur framtidens geokonstruktioner ska verifieras. Denna artikel ger en inblick i hur långt IEG kommit med den gemensamma tillämpningen samt lyfter fram de tio största förändringarna i FprEN 1997-1:2024.

I tidigare artiklar om IEG 2.0 i Bygg & teknik har IEG beskrivits med analogin att starta en avställd buss (IEG 1.0), se [1]. Där det gäller att både titta bakåt och framåt, registrera bussen samt göra nödvändiga uppdateringar för att säkerställa en komfortabel resa framåt för passagerarna. Under 2021, 2022 och 2023 uppgraderades bussen succesivt med målsättningen att skapa effektiva forum för dialog och utveckling, se [2] och [3]. I takt med att succesivt fler klivit på, har nya perspektiv tillförts och nya frågor med tillhörande möjligheter kommit fram. Under 2023 börjar de första tillämpningsdokumenten ta form och samsyn om några av de grundläggande principerna i Eurokod växer sakta fram. Det finns fortfarande mycket arbete kvar för de drygt 50 resenärerna, men tillförsikten är hög att bussen kommer vara fullt uppgraderad när vi kommit fram till destinationen som nu syns vid horisonten.



Bengt Hansson
Keller, Ordförande IEG 2.0



Björn Mattsson
Transportstyrelsen, Vice ordförande IEG 2.0



Gunilla Franzén
GeoVerkstan, Teknisk sekreterare IEG 2.0

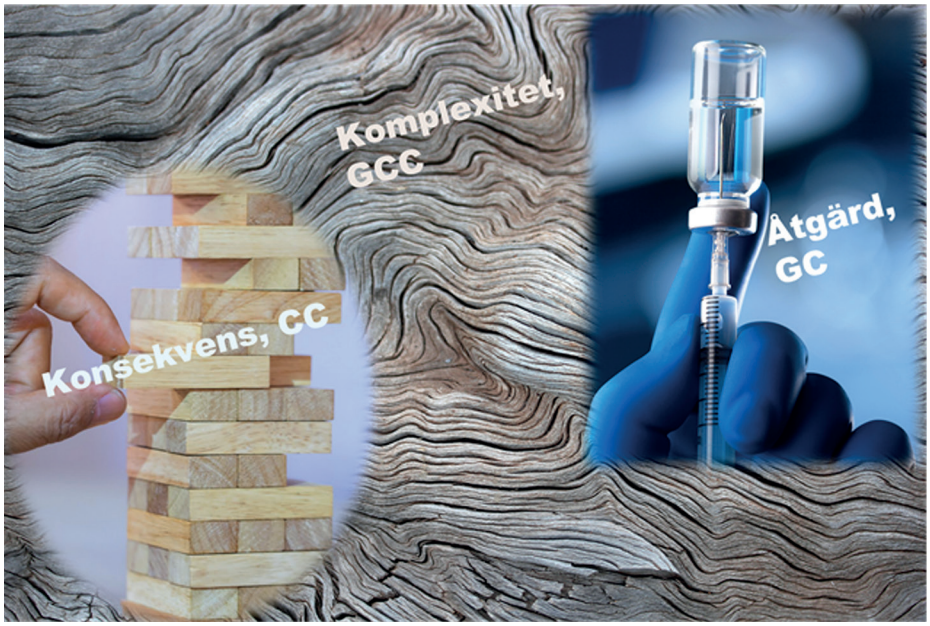
Topp 10 förändringar i Eurokod 7 för geoteknik

På Europanivå har arbetet med de två första delarna av Eurokod 7 för geoteknik kommit till sista steget innan publicering, den formella omröstningen beräknas genomföras i april/maj 2024. Men vilka är de stora förändringarna som noteras i de allmänna reglerna för geoteknik? I förordet till förslaget till standard [5] finns 10 viktiga förändringar formulerade. Nedan finns de kort beskrivna med en kort analys vad förändringen innebär.

#1 Berg

Eurokod 7:s omfattning har utökats och inkluderar nu berg. I första generationen var fokus på jord med tillhörande kon-

struktioner. I andra generationen så är målsättningen att jord och berg ska hanteras på samma villkor. Begreppet mark används för de råd/krav som gäller jord, berg och fyllning. I ett fåtal fall formuleras krav/råd enbart för berg eller jord. *Förändringen innebär* att IEG 2.0 till skillnad från IEG 1.0 inkluderar berg och bergkompetens som en självklar del av föreningens arbete. Bergfrågorna är en integrerad del av de allmänna regler och ett specifikt delområde med fokus på tillämpning för berg är etablerat. Ett projekt har startats för att studera möjligheterna med att ta fram kompletterande regler för att Eurokod även ska kunna tillämpas fullt ut för tunnlar. Motsvarande arbete förväntas starta på Europanivå under år 2024 där IEGs ambition är att aktivt medverka.



Figur 1: *Illustration Geoteknisk kategori.*

#2 Geoteknisk kategori

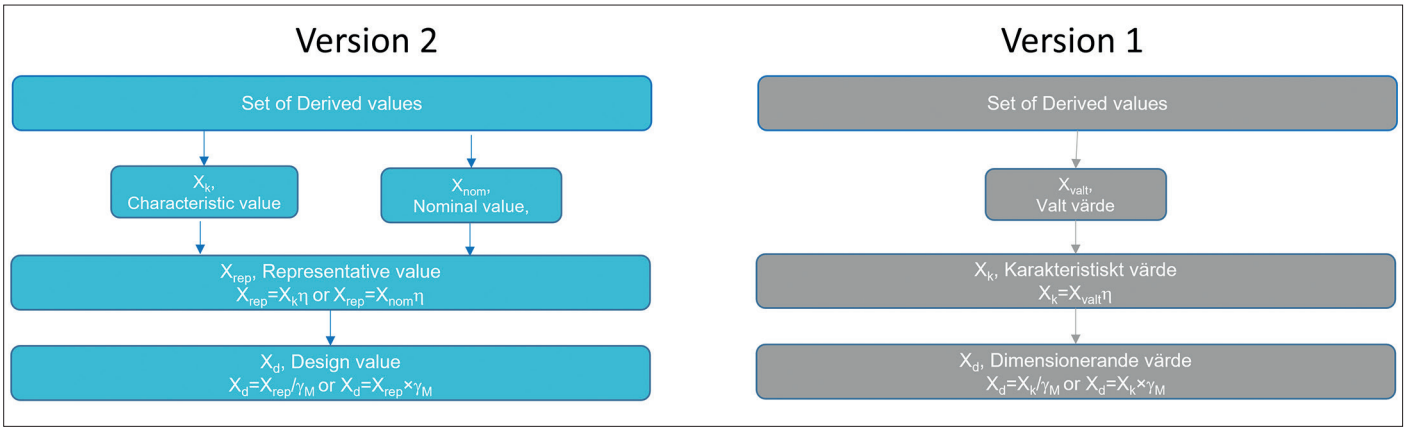
Begreppet geoteknisk kategori har definierats om och är i andra generationen en kombination av konsekvens och markens komplexitet. I första generationen klassades konstruktioner utifrån en generell bedömning. I andra generationen ger EN 1990 en riktlinje avseende hur konstruktionens konsekvensklass ska bedömas utifrån säkerhet, ekonomi, miljö och sociala aspekter. Eurocode 7 kompletterar med hur geoteknisk komplexitet bestäms som ett mått på komplexiteten i marken och samverkan med konstruktionen. Målet är att uppnå en tillräckligt tillförlitlig geokonstruktion både under byggtiden och konstruktionens livslängd. Detta görs genom att vidta åtgärder utifrån vald geoteknisk kategori såsom krav på genomförande och kontroll av marktekniska undersökningar, validering av beräkningsmodeller, validering av ”Ground Model” respektive ”Geotechnical Design Model”, krav på dokumentation med mera. *Förändringen innebär* att geoteknisk kategori löper som en återkommande röd tråd i IEGs arbete, då den påverkar projekterings- och genomförande processen. Arbete pågår med att tydliggöra både hur geoteknisk kategori väljs (inklusive av vem/när), samt hur detta konkret påverkar de åtgärder som vidtas löpande under projekterings- och genomförandeprocessen.

#3 Robusthet, beständighet och hållbarhet

Robusthet, beständighet och hållbarhet har introducerats. I första generationen finns beständighet inkluderat för olika byggmaterial. Robusthet och hållbarhet finns inte explicit omnämnt för geoteknik. I andra generationen av Eurocode 7 inkluderas avsnitt som förutom säkerhet (brottgräns), funktion (bruksgräns) berör robusthet (dimensionera så en oproportionerlig skada inte erhålls vid en icke förutsägbar händelse), beständighet (bibehållen funktion med planerat underhåll) och hållbarhet (begränsa negativ inverkan från konstruktionen/byggandet på miljö, samhället och ekonomi under hela livslängden). *Förändringen innebär* att det är tre ”nya” perspektiv som tillförs till det som ska beaktas vid verifiering och dimensionering. Perspektiv där IEG arbetar med att ta fram en vägledning avseende hur detta ska göras. Krav på hållbarhet, robusthet, säkerhet, funktion och beständighet ska vägas samman när konstruktionen specificeras. Detta är en utmaning, då detta i dagsläget inte alltid hanteras av samma projektörer/konstruktör.

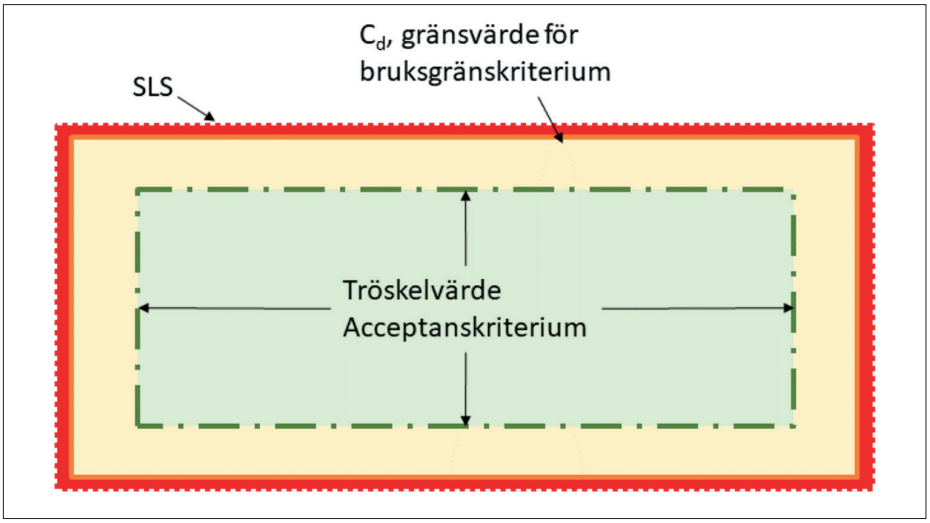
#4 Representativt värde

Representativt värde bestäms som nominellt eller karakteristiskt värde. I första generationen definierades karakteristiskt värde som ett ”cautious estimate”, som skulle ta hänsyn till kända osäkerheter. I Sverige infördes η för att hantera osäkerheterna för olika konstruktioner. I andra generationen ska ”kända” osäkerheter i de härledda värdena hanteras när representativa egenskaper bestäms. Det är tydligare att representativt värde kan vara ett högt, ett lågt eller ett ”medelvärde”. Det finns tre typer av representativa värden:



Figur 2: *Illustration representativt värde [4].*

Illustration: GeoVerkstan.



Figur 3: *Illustration verifiering av bruksgräns. Inre område definierar önskat beteende beskrivet med tröskelvärden/acceptanskriterier. Yttre linje definierar överskridande av bruksgräns.*

Karakteristiskt (tillämpas då tillräckligt underlag finns för att statistiskt hantera osäkerheterna), nominellt (tillämpas då begränsat underlag finns, osäkerheterna hanteras ingenjörsmässigt och med marginaler) och indikativa (då enbart erfarenhetsmässiga ”tabellvärden” finns där osäkerheten hanteras genom att värdena är ”very cautious estimate”). Nominellt och karakteristik värde är olika vägar för att bestämma materialegenskapens värde och ska ge samma värde, se *Figur 2*. *Förändringen innebär* att Eurokod lägger ett större fokus på att de osäkerheter som finns i indata ska hanteras i valet av representativt värde och inte inkluderas i partialkoefficienten. Det innebär att det krävs en ökad kunskap om osäkerheter i undersökningsmetoder, transformationsmodeller, provningskvalitet och egenskapernas naturliga variation. IEG kommer under 2024 att genomföra flertalet projekt med fokus på att öka kunskapsbasen och därmed underlätta valet av ett relevant representativt värde.

#5 Grundvattennivåer och grundvattentryck

Ett nytt separat kapitel om bestämning av grundvattennivåer och grundvattentryck. I första generationen finns grundvattentryck och grundvattennivåer omnämnt. Brott såsom upplyft, inre erosion och hydrauliskt grundbrott inkluderas. I andra generationen är det tydligare fokus på att vatten är en del av geokonstruktionen, genom att bestämning av representativa och dimensionerande grundvattennivåer respektive grundvattentryck hanteras. EN 1997-1 inkluderar både verifiering av brottgräns (upplyft, bottuppluckring, inre erosion och piping) och bruksgräns med fokus på hantering av aspekter relaterade till vatten. I EN 1997-2 ges hur grundvattentryck/nivåer mäts och EN 1997-3 inkluderar ett nytt kapitel som hanterar åtgärder för att hantera vatten och begränsa negativa effekter i samband med byggnation och under konstruktionens livslängd. *Förändringen innebär* att jord, berg och vatten ska hanteras som en helhet vid verifiering av en geokonstruktion. Detta har IEG tagit fasta på bland annat genom att inkludera ett delområde som specifikt fokuserar på vatten, samt att vatten är en del av varje konstruktion. Förhoppningen är att samverkan mellan de tre teknikområdena ska underlättas med ett gemensamt regelverk och gemensam terminologi.

#6 Numeriska modeller

Ett nytt sätt för verifiering av brottgräns med numeriska modeller. I första generationen finns inte tillämpning av numeriska modell explicit omnämnt. I andra generationen inkluderas hur numeriska modeller kan användas för att verifiera brottgräns. Koppling görs till de verifieringssätt med tillhörande partialkoefficienter som används vid ”vanlig” verifiering med beräkning (partialkoefficientmetoden). Två olika alternativ ges: 1) huvudalternativet: Input (partialkoefficienter appliceras på materialegenskaperna) + Output (partialkoefficienterna appliceras på lasteffekt), 2) sidoalternativ: partialkoefficienter appliceras på lasteffekt och bärförmåga. Metodiken som bör tillämpas redovisas i en stegvis process. *Förändringen innebär* att Eurokod anpassas till utvecklingen i branschen. Numeriska modeller är inte längre något nytt/ovanligt, som det var när första generationens Eurokod skrevs. Nu är det ett verktyg i flertalet projekt som bidrar till ökad förståelse av konstruktionens beteende samt underlättar prognoser med tillhörande uppföljning. IEG noterar dock att tillämpa numeriska modeller för att verifiera säkerhetsnivån i brottgräns, inte är självklar utifrån att Eurokod ska tillämpas för jord, berg, vatten och dammar. Under 2024 kommer fokusdagar och projekt genomföras, för att säkerställa en tydlighet i rekommendationen om hur numeriska modeller ska tillämpas för brottgränsdimensionering.

#7 Bruksgräns

Vikten av verifiering av bruksgräns betonas inklusive markrörelser, konstruktionen och vatten. I första generationen ges generella principer för verifiering av bruksgränstillstånd. För enskilda konstruktioner ges kort vägledning om vad som ska verifieras. I andra generationen inkluderas tre huvudtyper av bruksgränstillstånd: markrörelser, aspekter relaterade till konstruktionen respektive till vatten. Det görs en tydlig skillnad på att göra en prognos av ett beteende och att verifiera att konstruktionen inte uppnår ett bruksgränstillstånd. Troliga respektive representativa materialegenskaper används. Bruksgränskriterier bestäms utifrån den enskilda konstruktionen som ska verifieras, men även med beaktande av påverkansområdet och de ledningar, befintliga/nya byggnader, mark som kan påverkas av konstruktionen. Bruksgränskriterier kan till exempel formuleras som spänning, deformation, grundvattennivå. Acceptanskriterier, tröskelvärden och gränsvärden definieras., se *Figur 3*. *Förändringen innebär* att Eurokod tydligare anger att det inte enbart är en säker konstruktion som eftersträvas. Konstruktionen ska även under hela livslängden ha den efterfrågade funktionen samt att påverkan på och av omgivningen ska vara rimlig. Val av relevanta materialegenskaper för verifieringen och kopplingen till uppföljning/kontroll i utförandeskedet är två av de frågor som IEG arbetar med.

#8 Utförande, byggskede

Ett nytt kapitel har inkluderats om implementering av den verifierade konstruktionen (inklusive tillsyn, inspektion, övervakning och underhåll). I första generationen finns dels ett generellt kapitel om kontroll och uppföljning i byggskedet, dels råd för enskilda konstruktioner. I andra generationen tydliggörs de olika begreppen. Tillsyn (av byggprocessen) hanteras främst av utförandestandarderna. Inspektion och övervakning inkluderas dels som uppföljning vid verifiering med beräkning, dels som ingående moment i verifiering med observationsmetoden. Behovet av att upprätta plan för underhåll ska

inkluderas som en del av projekteringen. *Förändringen innebär* att Eurokod visar att syftet med de olika typer av kontroll som genomförs i byggskedet är att säkerställa att det är den verifierade konstruktionen som byggs, samt att de antaganden som är gjorda i processen stämmer. Om andra förutsättningar än de som anges i designen noteras, ska en ny verifiering av konstruktionen göras som kan innebära en justering av designen. Utifrån att det är flera olika teknikområden som ska bidra till kontroll och uppföljning, är en av huvudfrågorna för IEG att hitta rätt terminologi och skapa en samsyn runt hantering av plan för tillsyn, inspektion, övervakning och underhåll.

#9 Provning

Ett nytt kapitel om provning som inkluderar provning för att bestämma materialegenskaper, bestämma bärförmåga, bedöma kvalitet och bestämma konstruktionens beteende. I första generationen används provning, men det finns inte ett specifikt kapitel som beskriver de olika syftena med provning. I andra generationen tydliggörs att provning kan användas på flera olika sätt. Marktekniska undersökningar är provning för att bestämma materialegenskaper för jord, berg och vatten hanteras i del 2 av Eurocode 7. Övrig provning med fokus på provning av en konstruktion eller ingående del i en konstruktion hanteras i del 1 respektive del 3 av Eurokod 7. För merparten av provningen finns gemensamma europeiska metodstandarder som ska följas. Eurokod öppnar även för icke-standardiserade provningsmetoder, under förutsättning att vissa krav är uppfyllda med tillhörande dokumentation. *Förändringen innebär* att provning tydligt blir en del av verifieringen/dimensioneringen samt utförandet av flertalet konstruktioner. Det innebär att det krävs en samsyn runt hur provning utförs, vilken dokumentation som krävs, skillnader mellan godkännandeprovning, undersökningsprovning och lämplighetsprövning, samt hur osäkerheter i provningsmetoder hanteras. IEG inkluderar dessa frågor i det arbete som genomförs.

#10 Dokumentation

Kapitlet om dokumentation har uppdaterats och inkluderar uppdaterad specifikation av Ground Investigation Report (GIR) respektive Geotechnical Design Report (GDR), samt nya krav på Geotechnical Construction Record och geoteknisk provningsrapport. I första generationen finns krav på GIR respektive GDR, samt krav på provningsrapporter för specifika konstruktionselement. I andra generationen samlas alla krav till dokumentation i ett kapitel, där innehållet i de fyra typerna av rapporterna definieras. Det poängteras att det är innehållet som är det viktiga. Eurokod poängterar att hur man väljer att dela upp i olika rapporter kan anpassas nationellt, samt att omfattningen på vad som ska dokumenteras ska vara proportionellt till aktuell geoteknisk kategori. *Förändringen innebär* att det blir tydligare dokumentationskrav, men samtidigt en öppning att gemensamt skapa relevant omfattning utifrån den geotekniska kategorin (konsekvens och komplexitet, se #2). Detta är en av de frågorna som löper som en röd tråd igenom IEGs arbete och som även synkas med andra krav på dokumentation som finns i byggprocessen.

Effekten av topp 10 förändringarna för Sverige

Det är signifikanta förändringar som görs i andra generationen, även om flertalet av dom är förtydligande och förbättringar av det som finns i första generationen. IEGs ambition är att genom ett aktivt gemensamt förarbete säkerställa att förändringarna leder till en positiv utveckling för branschen. Konkret innebär det att branschen låter personer med visad sakkunskap genomföra analyser och dra slutsatser om lämpliga vägar framåt. Detta blir basen till det gemensamma underlaget till nationell bilaga samt de vägledningar (tillämpningsdokument) som kommer underlätta för den enskilde ingenjören att arbeta med andra generationens Eurokod.

Är du nyfiken på IEG 2.0?

IEG 2.0, Implementeringskommissionen för Europastandarder inom Geotekniken 2.0 etablerades i mars 2020. De drygt 50 medlemsorganisationernas gemensamma uppgift är att initiera, samordna och utföra arbete som krävs för implementering av europeiska beräkningsstandarder (eurokoder) inom Geoteknikområdet. De långsiktiga målen inkluderar att ta fram nödvändiga hjälpmedel (inklusive tillämpningsdokument), höja kunskapsnivån avseende det som finns i standarden och ta fram underlag för nationella val. Mer detaljerad information om hur föreningen arbetar och det arbete som genomförts hittar du i tidigare års artiklar om IEG 2.0 i Bygg & teknik, se [1], [2] och [3]. Är du intresserad av vad som händer just nu rekommenderas ett besök på IEGs hemsida.

Referenser

[1] L. Moritz, P. Andersson, G. Franzén (2023), *IEG 2.0 en gemensam tillämpning tar form*, Bygg & teknik 2023:01

[2] L. Moritz, P. Andersson, G. Franzén (2022), *IEG 2.0 en resa med livlig debatt*, Bygg & teknik 2022:01

[3] L. Moritz, P. Andersson, G. Franzén (2021), *IEG 2.0 har startat motorn*, Bygg & teknik 2021:01

[4] IEG AR2021:6, *Parametrar en översikt*

[5] FprEN1997-1:2024, *Eurocode 7 – Geotechnical design – Part 1: General Rules*

Läs mer:

www.ieg.nu