

Rapport för Byggrådet-projekt Kursutveckling: Fältundersökningsmetodik VTGN01



Lund 2013-08-29

Torleif Dahlin & Peter Jonsson, Teknisk Geologi, LTH / Lunds Universitet

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
2	Kursupplägg	3
3	Resultat	4
3.1	Kursenkäten	4
3.2	Litteratur och utdelat material	5
3.3	Praktiska moment	6
3.4	Utrustning	8
3.5	Programlicenser och datorer	9
3.6	2013 års kurs	10
3.7	Möten med branschen	10

Figurförteckning

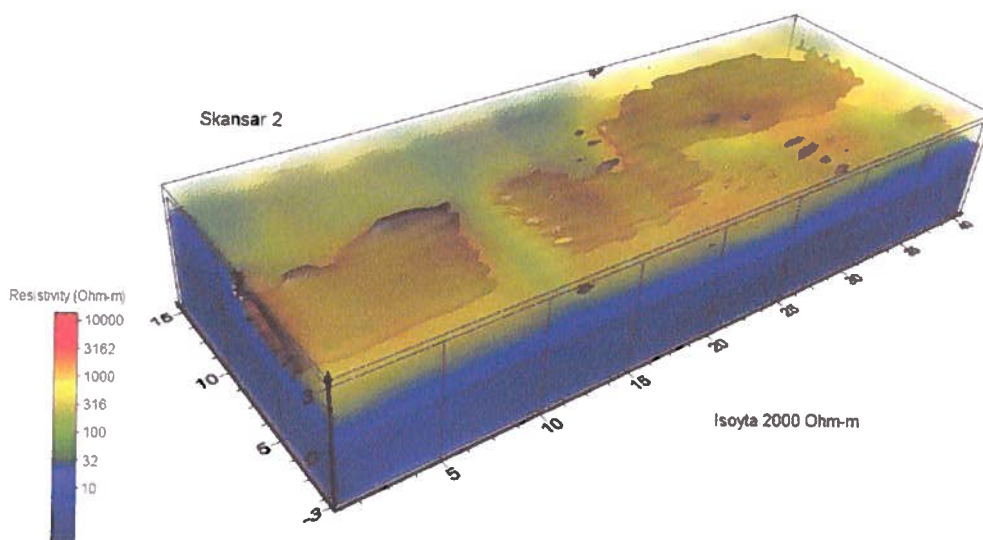
Figur 1.	Tredimensionell vy av resistivitetsmodell baserad på data uppmätta i centrala Göteborg. Den högresistiva strukturen tolkas som grundläggningsrester från bastioner som förväntas finnas i området. Vid längdkoordinat 10m korsar en ledningsgrav strukturen.	1
Figur 2 .	Teknologer från LTH som arbetar med refraktionsseismik under fältövningarna 2012.	3
Figur 3 .	Baskarta med planerade fältinsatser för geofysiska mätningar, framställd av teknologer på kursen Fältundersökningsmetodik 2012. Gemensamma dokument i kursen producerades på engelska, då flera av kursdeltagarna var internationella studenter.	6
Figur 4.	Resultat av studenternas elektromagnetiska kartering av fältområdet under kursen Fältundersökningsmetodik 2012. Notera ledningen i sydöstra hörnet.	7
Figur 5 .	Teknologer under ett studiebesök till LTH:s tunga kärnborrhög	8
Figur 6.	Robotiserad totalstation som finansierats av Byggrådet, och som används vid övningar i detaljmätning i kursen Fältundersökningsmetodik vid LTH. Totalstationen är integrerad med befintlig GNSS-utrustning.	9

1 Inledning

Förundersökningar syftar till att ta reda på var t.ex. en byggnad eller anläggning lämpligast placeras, och ge underlag till de förutsättningar som påverkar utförande, design och funktion. Det finns en omedelbar koppling mellan innehållet i förundersökningarna och de krav som fastställs vid tillståndsgivningen, t.ex. i samband med en miljödom. Fältundersökningar utgör det kanske mest handfasta momentet i denna process, och är viktiga, eftersom de ofta inträffar i projektens tidigaste skede. Fältundersökningens viktigaste funktion är att bekräfta eller förkasta de olika hypoteser som ställts upp i förväntningsmodellen och skall utformas så att båda funktionerna möjliggörs.

Den i särklass största tekniska riskfaktorn för spräckta kostnads- och tidsramar vid byggande av anläggningar är oförutsedda geologiska förhållanden. Missbedömningar av geomaterialens egenskaper, och variationen av egenskaperna i rummet, leder ofta till mycket stora kostnadsökningar och förseningar, och kan också leda till stora negativa miljöeffekter. Det finns ett tydligt behov av kompetens inom förundersökningsteknik. Om inte detta beaktas finns det en stor risk att framtida investeringar i infrastruktur drabbas av stora extrakostnader och förseningar i byggnadsskedet, och stora extrakostnader på lång sikt i form av ökade underhållskostnader till följd av dålig kvalitet.

Byggprojekt är ofta intimt kopplade till miljön och grundvattnet, och ofullständiga kunskaper om en byggnads eller anläggnings omgivning kan leda till allvarliga skador. Sättningar på grund av grundvattensänkning är ett exempel. Föroreningar från exempelvis vägsalt, olyckor



Figur 1. Tredimensionell vy av resistivitetsmodell baserad på data uppmätta i centrala Göteborg. Den högresistiva strukturen tolkas som grundläggningsrester från bastioner som förväntas finnas i området. Vid längdkoordinat 10m korsar en ledningsgrav strukturen.

med kemiska transporter etc. utgör en stor risk för många av landets vattentäkter, det finns t.ex. mer än 1000 konfliktpunkter mellan väg och vattentäkt i landet. Gamla deponier och förorenad mark är ofta ett allvarligt problem när städerna växer, och det finns därför ett växande behov av kunskaper om kartläggning av utbredning och egenskaper i gamla soptippar och industrimark.

Moderna metoder och undersökningstekniker, både geotekniska och geofysiska, ger goda möjligheter att tidigt i ett projekt skaffa sig uppfattning om eventuella risker och särskilda förhållanden som bör beaktas för en långsiktigt hållbar hantering av vår mark- och vattenmiljö i samband med byggande av anläggningar, stadsför tätning etc. Ett exempel på resultatet av en modern fältundersökning visas i Figur 1.

För att fullt ut kunna använda (beställa, tolka) och/eller utföra sådana undersökningar är det för en civilingenjör med dessa arbetsuppgifter idag nödvändigt med kompetens i fältundersökningsmetodik. För att det skall finnas sådan kompetens i framtiden måste det finnas med i kursutbudet på de tekniska högskolorna. Detta är kritiskt för kompetensförsörjning riktad till konsultbranschen, men också till myndigheter, beställarorganisationer och utförare.

Av bland annat ovanstående skäl ger avdelningen för Teknisk geologi vid Lunds tekniska högskola kursen Fältundersökningsmetodik, med huvudsaklig målgrupp teknologer i fjärde och femte årskursen vid programmen Väg- och vatten och Ekosystemteknik. Byggrådet har genom ett utvecklingsbidrag finansierat kursutveckling för denna. Det utförda kursutvecklingsarbetet och dess resultat sammanfattas i denna rapport.

2 Kursupplägg

I kursen Fältundersökningsmetodik vid LTH är avsikten som nämnts, att ge fördjupad kunskap om förundersökningens betydelse och innehåll. En central del i kursen utgörs av fältövningar där teknologerna får prova att praktiskt använda ett antal olika undersökningsmetoder. De mätdata som samlas in under fältövningarna bearbetas och tolkas av kursdeltagarna, och resultatet presenteras i rapportform och muntligt. Det senare utgör tillsammans med tentamen examinationen i kursen.

Innan fältövningarna går vi igenom allmän filosofi, strategi och upplägg av förundersökningar, samt grunderna för de vanligaste fältmetoderna i ingenjers- och miljö-tillämpningar. Vi går också igenom kartanvändning och praktisk positionering med GNSS och optiska instrument, samt borrhings- och provtagningsteknik.

Den omarbetade och "nya" kursen Fältundersökningsmetodik gavs hösten 2011 för första gången med 11 deltagare. För att kursen skall kunna fortleva krävs minst 16 deltagare varje år enligt LTH:s regler. Det första årets kurs genomfördes med en betydande insats av entusiasm, men eftersom det inte funnits några resurser för kursutveckling var många kursmoment inte helt färdiga.

Vi har under 2012 kritiskt gått igenom alla kursmoment och reviderat dem, samt utvärderat resultatet av förändringarna. Inom ramen för projektet har också utrustningen som används i utbildningen kompletterats med en robotiserad totalstation för inmätning och utsättning.



Figur 2. Teknologer från LTH som arbetar med refraktionsseismik under fältövningarna 2012.

3 Resultat

Kursen har behållit sin huvudsakliga struktur, men varje enskilt moment har förändrats på något sätt; ett eller flera av omfattning, innehåll och placering har förändrats.

I det följande redovisas huvuddelarna av förändringarna grupperade under huvudrubriker, liksom det av studenterna angivna resultatet av arbetet enligt kursenkäten som redovisas först.

3.1 Kursenkäten

Efter kurserna 2011 och 2012 har teknologerna fått fylla i en enkät där de tämligen detaljerat ger kritik på kursen och olika kursmoment (betygsättning 1-5). Denna enkät sker utöver de av LTH genomförda standardundersökningarna. Svarsfrekvensen var 2011 92 % och 2012 100 %, och resultatet sammanfattas i Tabell 1.

Teknologernas betyg på övningarna, så som det redovisas i den anonyma kursenkäten, har ökat från 3,5 till 3,9. Vad gäller fältövningen är betyget oförändrat mellan åren, 4,3. En signifikant skillnad ses dock vad gäller bedömningen av uppgiftens omfattning, där betyget ökat från 3,7 till 4,2. Det senare kan möjligen bero på att uppgiften 2012 uppfattats som mer sammanhängande och som en logisk enhet, i motsats till mer disparata frågeställningar utgående från respektive fältmetods användningsområde.

En rad andra aktiviteter har betygsatts, som har med kursens genomförande och allmänna struktur att göra. Betyget för dessa övriga aktiviteter har ökat från 3,9 till 4,6, vilket vi tror kan tillskrivas den allmänna omstruktureringen och revideringen av de ingående momenten.

Även betyget på det allmänna intrycket av kursen har ökat, från 3,9 till 4,7.

Värt att notera är även att *samtliga* studenter svarat "ja" på frågan om den uppfyllt deras förväntningar, samma sak gäller för frågan om de skulle rekommendera kursen till någon annan. Detta är ovanligt, och det var inte så under t.ex. 2011. Även detta tror vi kan tillskrivas det förändringsarbete som utförts.

Vi redovisar nedan studenternas värdering av kursens innehåll, som erhållits genom ett tämligen omfattande frågeformulär som lämnas in i samband med tentamen. Då strukturen i kursen förändrats är svaren inte helt jämförbara mellan 2011 och 2012. Vi har därför valt att redovisa endast medelbetygen för respektive huvudmoment.

Tabell 1. Jämförelse mellan de betyg som avgavs i kursenkäter efter kursen 2011 respektive 2012.

Moment	2011	2012	Diff
Litteratur	3,2	3,6	+0,4
Räkneövningar	3,5	3,9	+0,4
Fältövning	4,3	4,3	±0
Projektuppgift	3,7	4,2	+0,5
Struktur och genomförande	3,9	4,6	+0,7
Allmänt intryck	3,9	4,7	+0,8

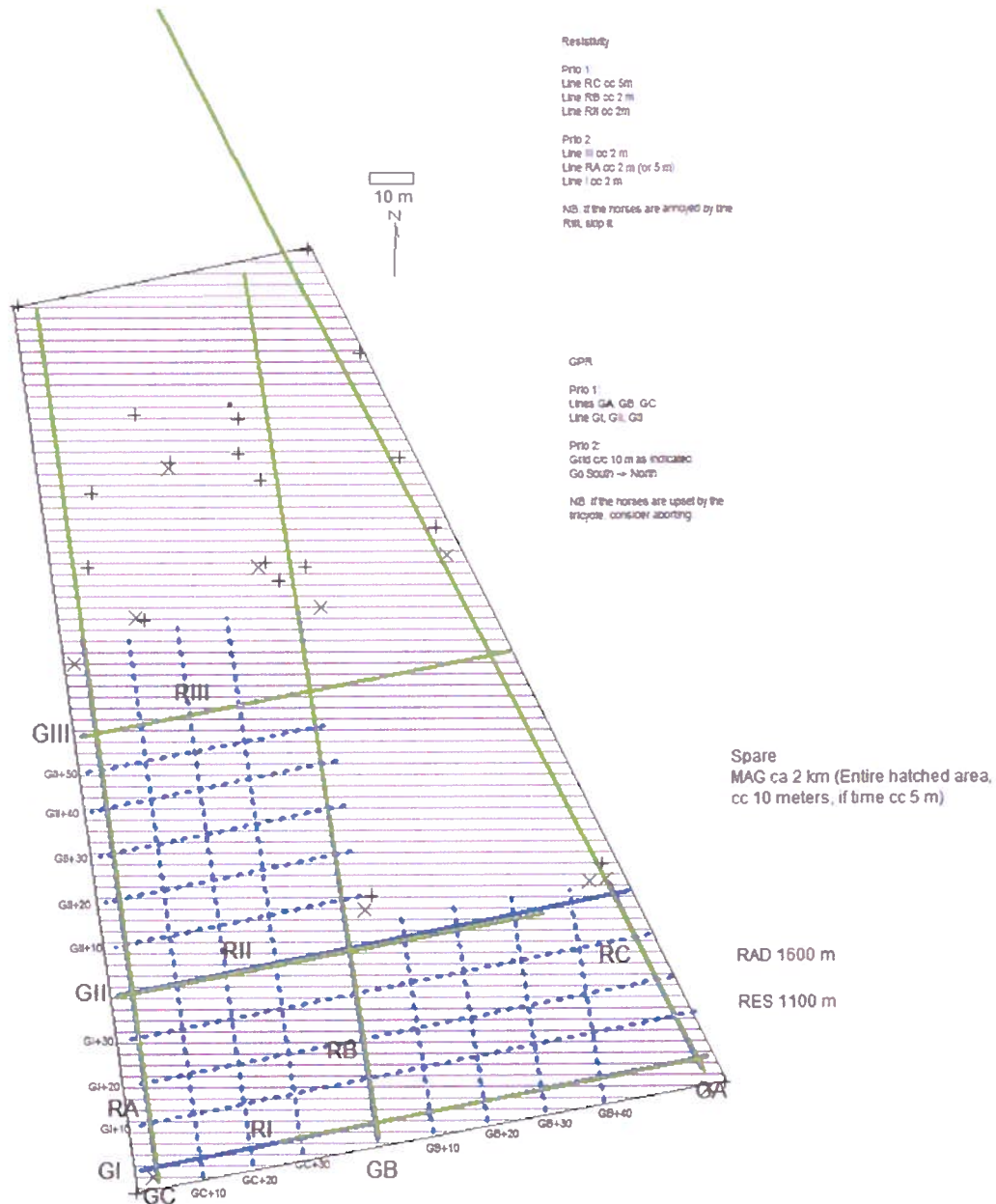
3.2 Litteratur och utdelat material

Kurslitteraturen är utbytt och samordnad med Geologiska institutionen, som har ett egenproducerat kompendium (Hans Jeppsson). En del kompletteringar och modifieringar har producerats för att anpassa materialet till FUM, (N) avser nyproducerat material, (K) avser kompletteringar:

- Förundersökningarnas roll i byggprocessen (N)
- GNSS och annan positionsbestämning (N)
- Svenska kartor och koordinatsystem samt GIS (N)
- Resistivitet och IP (N, K)
- Borrhålsloggning (N)

I samband med detta har räkneövningar och andra övningsexempel reviderats och i vissa fall utökats.

I studenternas utvärdering har betyget på litteraturen ökat från medelbetyget 3,2 till 3,6.

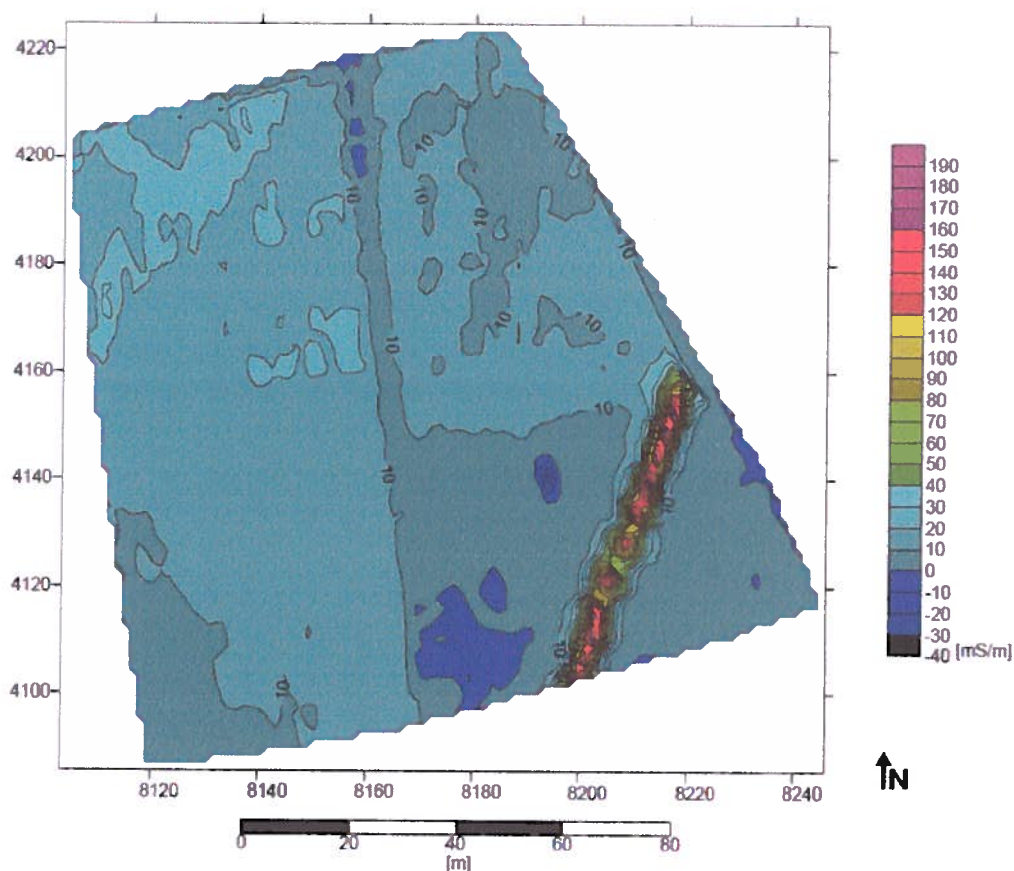


Figur 3. Baskarta med planerade fältinsatser för geofysiska mätningar, framställd av teknologer på kursen Fältundersökningsmetodik 2012. Gemensamma dokument i kursen producerades på engelska, då flera av kursdeltagarna var internationella studenter.

3.3 Praktiska moment

Fältövningarna har strukturerats om och samordningen mellan de olika ingående momenten har blivit bättre. De olika åtgärder som genomförts redovisas nedan.

- Större vikt läggs på att betona att man skall se området som undersöks som en sammanhängande helhet. Exempelvis producerar studenterna en egen storskalig baskarta över området i ett tidigt skede, grundat på arkivstudier, fältbesiktningar och egna inmätningar med geodetiska instrument (GNSS och/eller totalstation). Denna baskarta används genomgående i de följande momenten, och redovisningen av resultaten görs med baskartan som grund; jämför
- De använda undersökningsmetoderna kompletterar varandra på så sätt att de belyser olika aspekter av områdets karaktär. Alla studenter utför alla metoder, från snabba metoder (slingram, magnetometer) via detaljerade profilerande (DC-resistivitet, IP, refraktionsseismik, georadar) till verifierande (skruvprovtagning). Även inmätning av profiler och punkter görs under fältövningen. Ett exempel på bearbetade mätdata, där samtliga grupper's resultat används, visas i Figur 4.



Figur 4. Resultat av studenternas elektromagnetiska kartering av fältområdet under kursen Fältundersökningsmetodik 2012. Notera ledningen i sydöstra hörnet.

- Flera deluppgifter, fiktiva men grundade på verkliga exempel, har konstruerats, så att varje grupp av studenter (3 st.) får en egen uppgift. Uppgifterna hänger dock konceptuellt samman, så att alla grupper kan bidra i slutdiskussionen utifrån de erfarenheter de själva gjort. För att lösa uppgifterna behövs underlagsdata, som produceras på fältövningen. Alla grupper behöver inte alla data, urvalet görs (och motiveras) som en del av uppgiften.

- En laboration som tidigare genomfördes inomhus med modellförsök har omformats till en instrumentövning, där samma principer visas med de instrument som senare skall användas under projektuppgiften. Som exempel: Istället för att visa på resistivitetsprincipen i ett laboratorium, med strömaggregat och spänningsmätare på en fuktad svamp, demonstreras samma principer med ett modernt resistivitetsinstrument på en gräsmatta. Detta ger förutom en introduktion till teorin även kunskaper i instrumenthantering.
- Ett studiebesök till LTH:s borrhög för kärnprovtagning organiserades, där en introduktion till praktisk kärnbörning och kärnkartering gavs, se Figur 5.



Figur 5. Teknologer under ett studiebesök till LTH:s tunga kärnborrhög.

3.4 Utrustning

En begagnad men ändå modern totalstation har köpts in för användning i kursen. I samband med leveransen fick lärare på kursen en dags utbildning på användningen av instrumentet. I tillägg har arbete lagts ner på att integrera användningen av totalstationen med de GNSS-instrument som redan finns på avdelningen, och på att ta fram instruktioner för användningen, bl.a. för så kallad fri uppställning.

I övrigt har vi med några undantag huvudsakligen egen utrustning av modernt snitt på kursen, liksom ändamålsenliga utvärderingsprogram vilket uppskattas av studenterna. Ett moment med enkel skruvprovtagning används som verifiering av de geofysiska metodernas resultat; den borrhavn vi har tillgång till är emellertid i dåligt skick och gav i årets kurs närmast symboliska resultat på grund av den mycket styva lera vi arbetade i.

Utrustningen och datorprogrammen har inte betygsatts av studenterna, men själva utförandemomentet i fält (där ju utrustningen ingår) får höga betyg (4,2).



Figur 6. Robotiserad totalstation som finansierats av Byggrådet, och som används vid övningar i detaljmätning i kursen Fältundersökningsmetodik vid LTH. Totalstationen är integrerad med befintlig GNSS-utrustning.

3.5 Programlicenser och datorer

Ett särskilt rum på LTH har ställts till kursens förfogande. I detta finns underlagsmaterial, kartor och andra resurser som behövs för projektarbetet. Dessutom finns ett antal datorer med tolkningsprogram, GIS-program och andra speciella program som inte finns tillgängliga på V-husets ordinarie studentdatorer, exempelvis IXRefrax för refraktionsseismik, Res2DInv, Res3DInv för resistivitet och IP, Surfer och ArcGIS för kartproduktion, program för koordinattransformation, etc. En del licenser har köpts in och förnyats i samband med detta.

3.6 2013 års kurs

När denna rapport slutförs är anmälningarna till 2013 års kurs klara. Vi kan notera det glädjande faktum att antalet sökande till kursen ökat till det dubbla; i maj 2013 hade vi 30 anmälda till den kurs som påbörjas i september. I skrivande stund, några dagar innan kursstart, har antalet anmälningar justerats till 24 deltagare. År 2012 var det 11 som slutförde kursen.

Det ökande antalet anmälda beror säkerligen till en del på att riktade informationsinsatser har genomförts, men erfarenhetsmässigt vet vi att kursens renommé har stor betydelse. Ska man gå efter studenternas avgivna omdömen efter kursen (kursenkäterna) har detta varit gott, och alltså sannolikt medverkat till det ökade intresset.

3.7 Möten med branschen

Under våren 2013 har vi organiserat två diskussionsmöten med företrädare för branschen från konsultföretag, entreprenörer, myndigheter och branschorganisationer, samt LTH:s ledning, Programledning V och utbildningsansvariga på geoområdet. Mötet 2013-03-13 samlade 20 deltagare (varav 11 externa) och 2013-06-04 var det 23 deltagare (varav 14 externa). Det andra mötet organiserades i samarbete med SGF (Svenska Geotekniska Föreningen). Båda mötena karaktäriserades av mycket livliga och konstruktiva diskussioner, där inte endast vår kurs i Fältundersökningsmetodik diskuterades utan där geoutbildningen på LTH som helhet genomlystes.

Sammanfattningsvis ser branschen mycket positivt på att det åter finns en kurs i Fältundersökningsmetodik, och att det innehåll den har idag är viktigt och relevant. Man ser dock allvarliga luckor i geoteknikutbildningen på LTH vad gäller praktisk geoteknik, det gäller i synnerhet fält- och laboratorieundersökningar. Vi vet att SGF håller på att sammanställa de viktigaste synpunkterna från branschföreträdarna i ett brev som kommer skickas till LTH:s ledning inom en snar framtid.