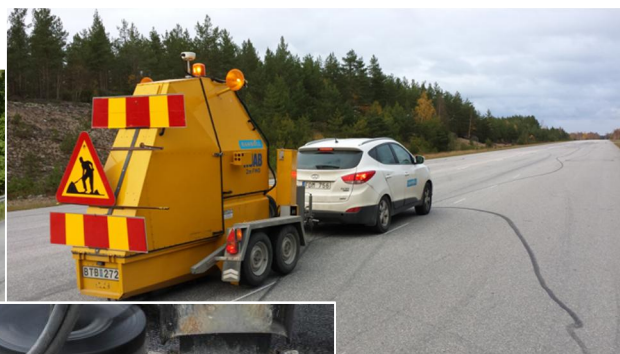


Identifiering av riskpartier med hjälp av fallvikt och georadar



Trafikverket

Leverans

Malmö 2017-01-16

Identifiering av riskpartier med hjälp av fallvikt och georadar

Datum	2017-01-16
Uppdragsnummer	1320015634
Utgåva/Status	Granskning

Virgilio Perez
Uppdragsledare

Niclas Gustavsson
Handläggare

Peter Ekdahl
Granskare

Ramboll Sverige AB
Skeppsgatan 5
211 11 Malmö

Telefon 010-615 60 00
Fax 010-615 20 00
www.ramboll.se

Unr 1320015634 Organisationsnummer 556133-0506

Sammanfattning

Vid olika tillfällen (totalentreprenader, tvister osv) förekommer synpunkter att entreprenadunderlaget inte är tillräckligt tydligt, omfattande eller kalkylerbart, och att det t ex inte går att förutse i vilken omfattning berg befinner sig i väglinjen eller om terrassen var svagare än vad förfrågan uppvisat.

Syftet med projektet är att skapa ett dokument som Trafikverket kan hänvisa till för att visa:

- Vilken information som kan erhållas ur de vägtekniska undersökningarna.
- Hur man kan tolka den och därmed uppnå en ökad säkerhet i projekteringen och därmed också minimera såväl tvister som tillägsbeställningar som fördyrar och försenar projekten.

Resultatet påvisar en bra träffbild på partier där svag/stark terrass påträffades i verkligheten.

Utförs vägtekniska undersökningar i rätt följd kan kompletterande undersökningar i form av geotekniska provpunkter och extra provtagning i befintlig väg riktas bättre och bli betydligt mer effektiva.

Det är också avgörande, att de utförda vägtekniska undersökningarna presenteras på ett tydligt och sammanhängande sätt.

Innehållsförteckning

1.	Inledning	1
1.1	Syfte.....	1
1.2	Metod.....	2
2.	Genomförande.....	2
2.1	Allmänt.....	2
2.2	Val av objekt	3
3.	Kriterier	4
3.1	Analys FWD.....	4
3.2	Analys Provtagning	5
3.3	Analys Georadar.....	6
3.4	Sammanvägning	11
4.	Resultat	11
4.1	FWD.....	11
4.2	GPR	12
4.3	Sammanvägning	12
5.	Slutsats.....	13
Bilagor	14	
1-	Samlingsdatabas	14
2-	Exempelsamling – Möjliga analyser.....	14
3-	Omfattning tjälskadat vägnät.....	14

FOI I identifiering av riskparier

1. Inledning

Vid framtagning av ett förfrågningsunderlag måste omfattningen av undersökningar definieras för att vara maximalt täckande. Vidare så ska resultatet från undersökningarna presenteras så att förutsättningarna för entreprenaden framgår så tydligt som möjligt.

I totalentreprenader blir denna frågeställning ännu viktigare, rentav avgörande, då befintliga förhållande är en mycket stark bas för entreprenörens utformning av teknisk lösning och därmed även grunden för anbudspriset. Det förekommer idag allt för ofta att entreprenörer och deras underkonsulter anser att underlaget inte är tillräckligt omfattande och därmed inte kalkylerbart. Exempelvis är det ofta svårt att förutse om det finns berg i väglinjen eller om terrassen är svagare än vad förfrågningsunderlaget visat. Anbudsgivarens antagande vid liknande oklarheter kan då leda till konflikter om: tidplan, kostnader, undersökningsplikt osv.

Eftersom det inte är möjligt eller rimligt att utföra kompletterande utredningar under anbudstiden blir det ännu viktigare att kunna tolka materialet presenterat i förfrågningsunderlaget.

I detta projekt har information från georadar och fallvikt studerats, metoder som ofta utnyttjas i samband med vägtekniska undersökningar.

1.1 Syfte

Detta projekt har som syfte att öka kunskapen för att:

- använda informationen från dessa icke-förstörande metoder vid framtagning av effektiva geotekniska borrhållsprogram.
- kunna se samband mellan resultat från de geotekniska undersökningarna utanför vägen med verkligt tillstånd i befintlig väg.
- kunna värdera sannolikheten för prover och därmed möjliggöra en trovärdig tolkning av underbyggnad och terrass.

Projektet syftar till att nå implementering i verksamheten på kort sikt. Det är således ett verksamhetsnära projekt med målet att nå snar förankring och effekt i entreprenadupphandlingar.

1.2 Metod

Projektet tar fram en metodik, där man som väghållare, på ett användbart sätt kan uppskatta och beskriva behovet av geotekniska undersökningar och att rikta dessa dit de behövs som mest.

Projektet syftar också till att implementera informationen/metodiken i totalentreprenaders förfrågningsunderlag (FFU) så att entreprenören har ett förfinat kalkylerbart underlag med syftet att ge bättre möjligheter att kunna bedöma omfattning av, och kvalitet på, svaga partier samt risk för berg/block i väglinjen.

Projektet har genomförts genom att analysera utvalda vägar där man utfört både fallvikts- och georadarmätning samt har provtagning som utförts i tidigare projekt. Dessa data används för att studera hur man kan kombinera resultaten från de olika undersökningsmetoderna. Målet är att kunna påvisa närvaro och omfattning av partier med svag terrass eller berg/block.

Studiens resultat ska visa om metoden är generell användbar eller om lämpligheten varierar för olika typer av vägnät.

Översiktlig arbetsmetodik förarbete:

- 8st vägobjekt har valts ut för att vara relevanta och representativa
- Analys av georadar, fallvikt och provtagning.
- Kvalitativ och kvantitativ utvärdering av resultatet.
- Identifiering av andel tjälskadade vägsträckor

Andel tjälskadade vägsträckor redovisas som statistik i "Bilaga 3 - Omfattning tjälskadat vägnät"

2. Genomförande

2.1 Allmänt

Projektet är baserat på mätningar från fallvikt(FWD), georadar(GPR) och provtagning. Resultaten från mätningarna är sammanställda och analyserade i programvaran PVD.

Från fallvikten är det framförallt deflektionerna från D0 och D6 som varit intressanta och analyserats. Från georadarmätningen är det till största delen asfalttjockleken som använts vid framtagning av olika riskindelningar. Detta visas mer ingående i kapitel "2.2.1 Analys FWD". Från provtagningen är det terrassen som analyserats.

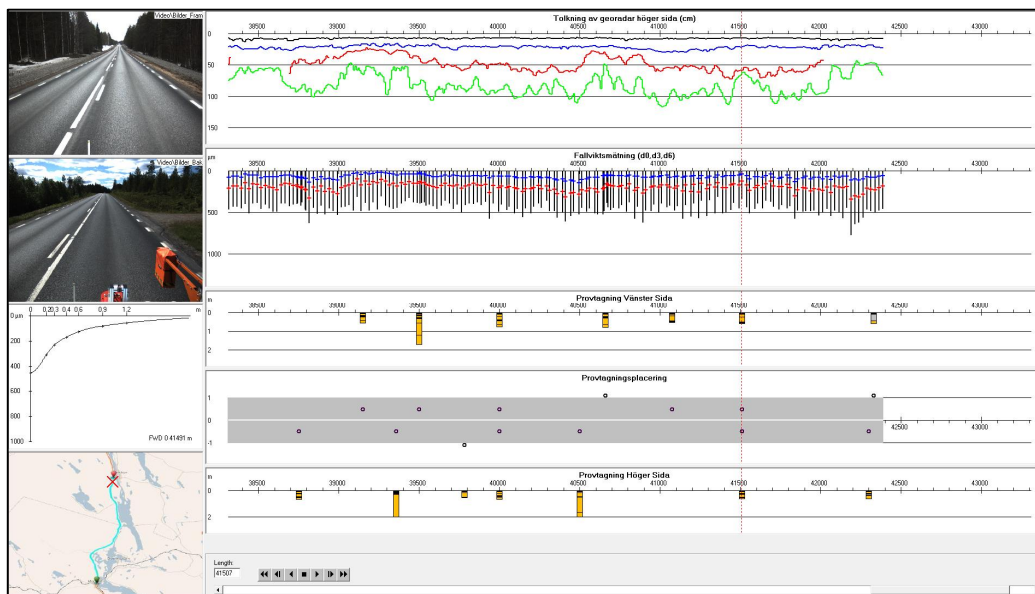
Med hjälp av georadarn har radargrammen studerats från riskpartierna för att antingen bekräfta eller dementera berg, block, torv eller andra företeelsers utbredning, även på vilket djup företeelsen befinner sig på.

Samtliga mätningar är utförda enligt styrande dokument nedan.

Tabell 1 Styrande dokument, fältundersökningar

Styrande dokument, fältundersökningar	
Provtagning	TDOK 2014:0151 Provtagning av obundna material
Fallviktsmätning	TRV 2012:050 Deflektionsmätning vid provbelastning med fallviktsapparat, TRVMB 112
Georadar	TDOK 2014:0149 Undersökning av befintlig väg med georadar

För att få en bra överblick av de vägtekniska undersökningarna har programmet PVD (Presentation vägtekniska data) använts, där alla mätningar redovisas på samma ställe i längdmätningen enligt exempel i Figur 1.



Figur 1 Exempel på visning i programmet PVD

2.2 Val av objekt

Vägarna som är involverad i denna utredning har valts utifrån:

- vägtyp
- kunskap om hur objekten ser ut
- vilka risker som finns intill vägområdet dvs. synligt berg, block, myrmark eller stillastående vatten i vägkant

De utvalda vägarna är:

1. Väg 818 i BD Län
2. Väg 822 i BD Län
3. Väg 841 i BD Län
4. Väg E10 i BD Län
5. Väg E10 i Norge
6. Väg Rv83 i Norge

- 7. Väg 27 i K Län
- 8. Väg E6.20 i O Län

3. Kriterier

3.1 Analys FWD

I fallviktsmätningen har analysen främst riktats mot deflektionerna från D0 och D6. Utifrån dessa kan man hitta partier som har både hårdare eller mjukare terrass. För att lättare kunna identifiera riskpartier utifrån fallvikt delas sträckor in i 3 grupper beroende på beläggningstjocklek, därefter beroende på deflektioner från D0 och D6 får distansen en riskklass mellan 1-5. Det numeriska värdets betydelse visas i tabell 2 nedan.

Tabell 2 Riskklassificering utifrån FWD

Riskklass	Betydelse
1	Stor sannolikhet hård terrass med risk för berg
2	Troligt hård terrass
3	Normal terrass
4	Troligt mjuk terrass
5	Stor sannolikhet mjuk terrass med risk för torv

Tabell 3 Riskklassificering för vägar med mindre än 7 cm beläggningstjocklek:

Deflektion	Riskklass
D0 = <500 samt D6 = <35	1
D0 <500	2
D6 = <35	2
D0 = 500 – 1000	3
D0 = >1000	4
D6 = >150	4
D0 = >1000 samt D6 = >150	5

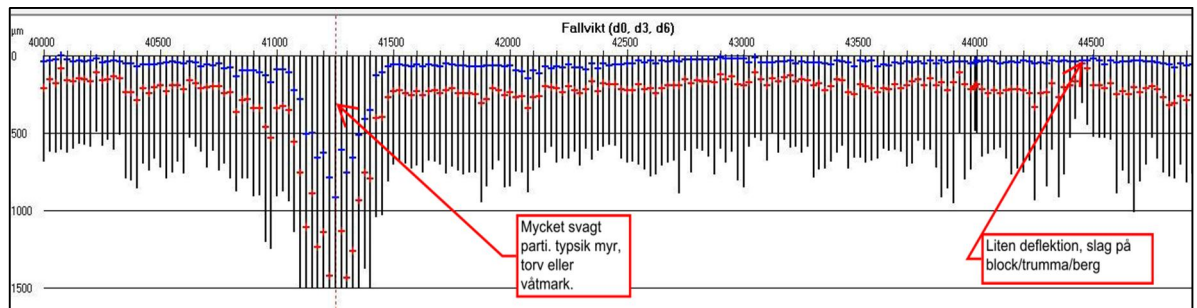
Tabell 4 Riskklassificering för vägar beläggningstjocklek 7-15 cm:

Deflektion	Riskklass
D0 = <350 samt D6 = <25	1
D0 = <350	2
D6 = <25	2
D0 = 350 – 700	3
D0 = >700	4
D6 = >100	4
D0 = >700 samt D6 = >100	5

Tabell 5 Riskklassificering för vägar beläggningstjocklek > 15 cm:

Deflektion	Riskklass
D0 = <200 samt D6 = <15	1
D0 = <200	2
D6 = <15	2
D0 = 200 – 500	3
D0 = >500	4
D6 = >70	4
D0 =>500 samt D6 =>70	5

I Figur 2 kan man till vänster se stora deflektioner i D0 (svarta stolpar) över 1500 samt stora deflektioner i D6 (blå linjer). Här förekommer med stor sannolikhet torv. Till höger återfinns små deflektioner i D0 och D6. Här finns det risk block/berg eller trumma.

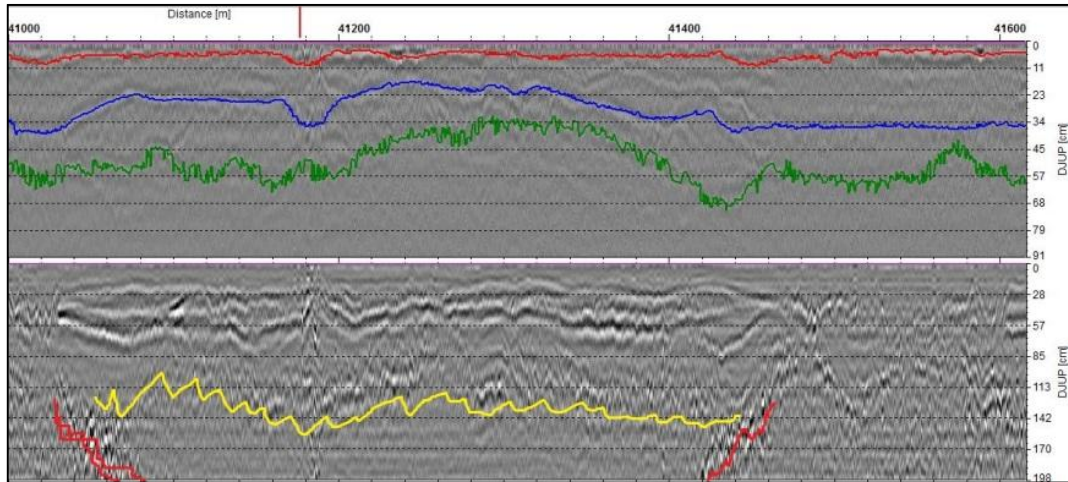


Figur 2 Fallviktsdeflektioner

3.2 Analys Provtagning

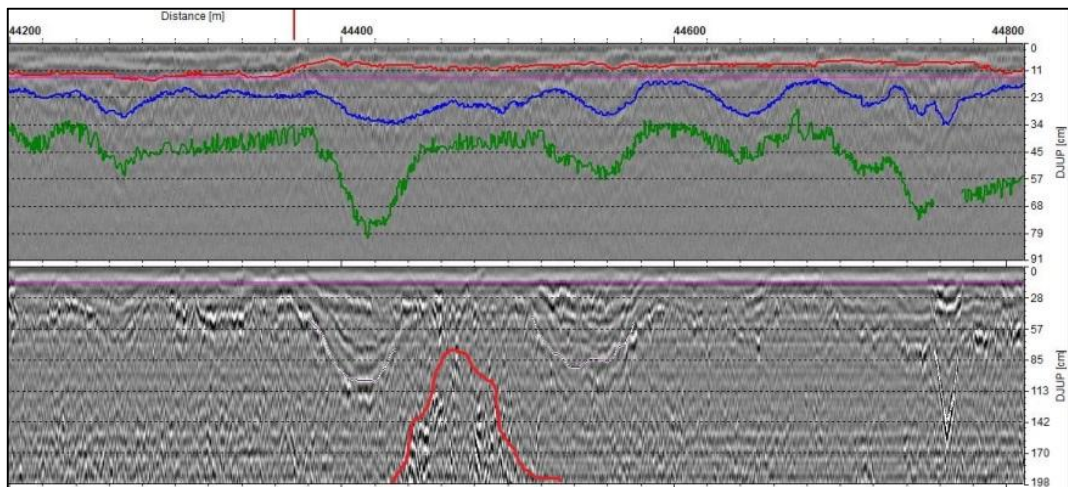
I Figur 3 visas två provtagningspunkter som är direkt kopplade till riskpartier. I hål nr 208 finns det torv i terrassen. Torv är inget bra terrassmaterial och fler undersökningar hade behövts för att fastställa torvens befintlighet.

I punkt 43 tar provtagningen stopp i block. Detta är också direkt kopplat till riskpartier då man inte vet om det är ett block eller berg. Här behöver man också fler undersökningar för att få en bättre blick på terrassen.

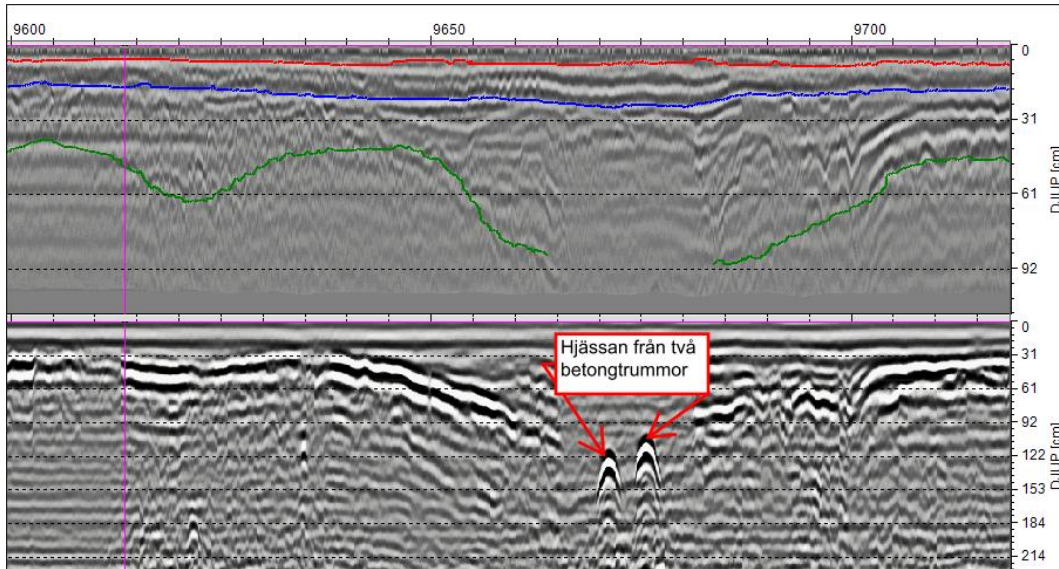


Figur 4 Svag terrass på ca distans 41/000 – 41/400

I Figur 5 syns radargrammet från ett parti där man har små fallviktsdeflektioner i Figur 2. I radargrammet syns någonting trycka sig upp mot ytan. Detta kan indikera block eller berg.

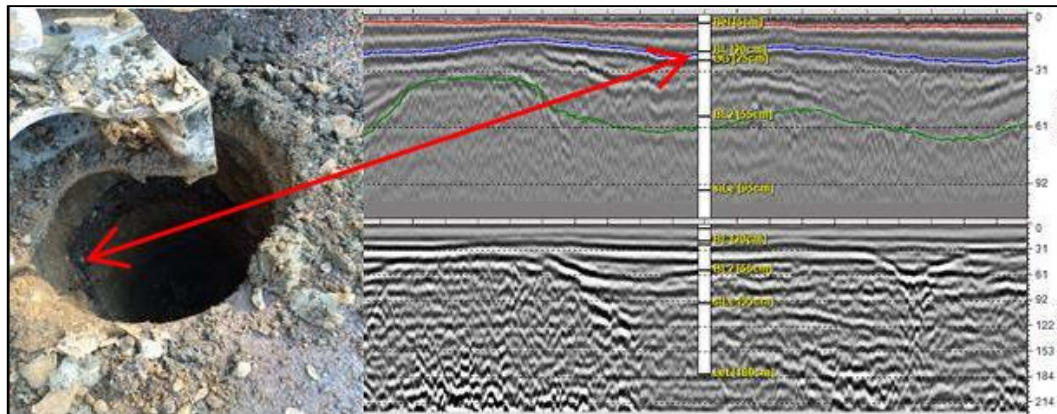


Figur 5 Stark terrass från Figur 2 Fallviktsdeflektioner på ca distans 44/450

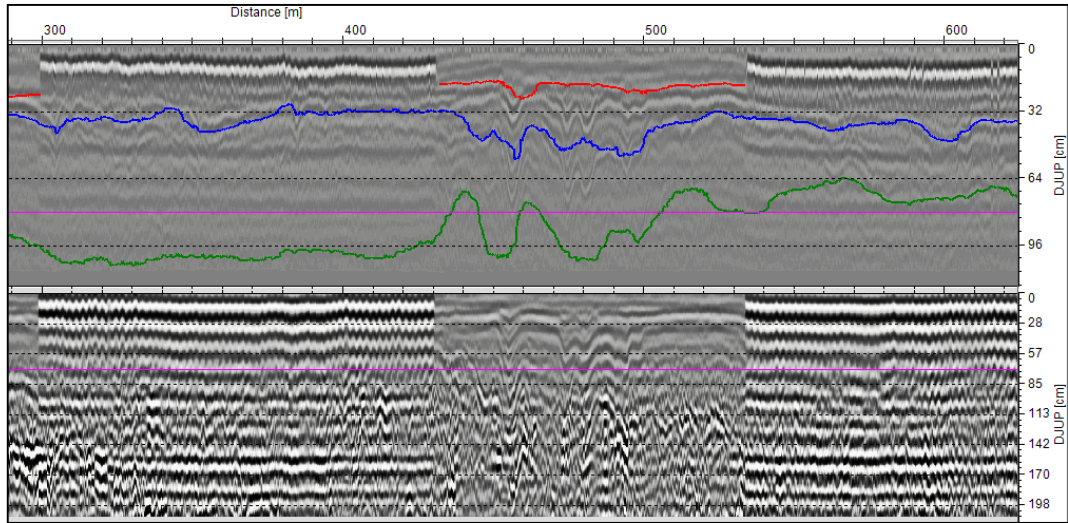


Figur 6 Två trummor på 122cm djup, distans 9/675

I Figur 7 syns ett parti med dubbel-beläggning som först hittades med hjälp av georadarn och senare bekräftades med vägprovtagning.

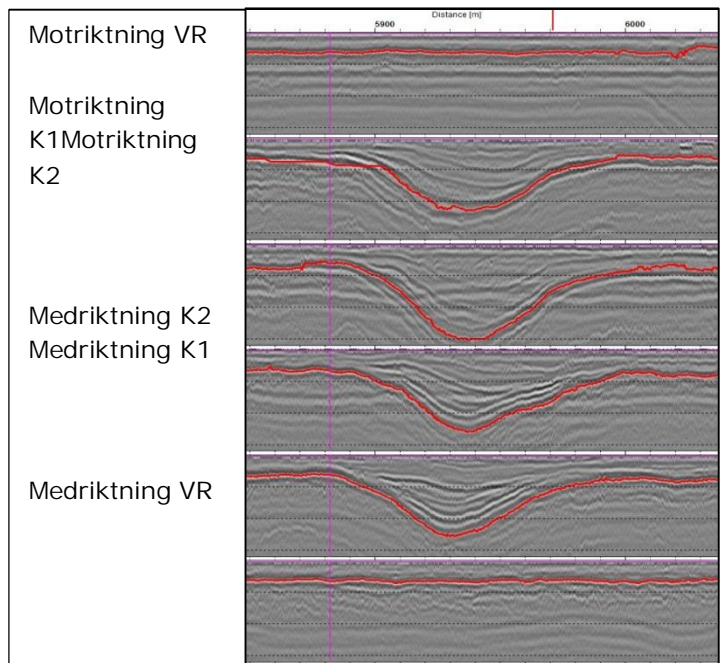


Figur 7 Dubbel-beläggning

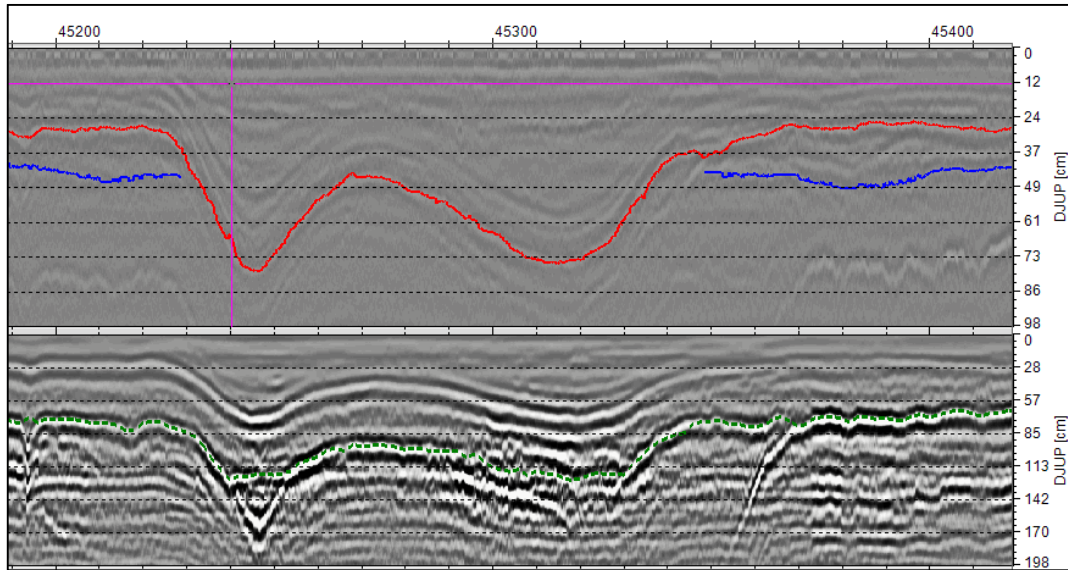


Figur 8 Exempel på armeringar mellan sektion 0/300–0/430 samt 0/535–0/625

I Figur 9 och Figur 10 visas sättningsproblem, som korrigerats genom påförande av nya lager utan föregående fräsning eller urgrävning. I några av dem tyder radargrammen på att det inte bara justerats med bundna massor, utan möjligtvis även med ett obundet bärlager. I flera av sättningarna är det svårt att avgöra vilken lagergräns som är botten på bundet material, men de mäktigaste kan vara upp mot 80 centimeter eller mer.

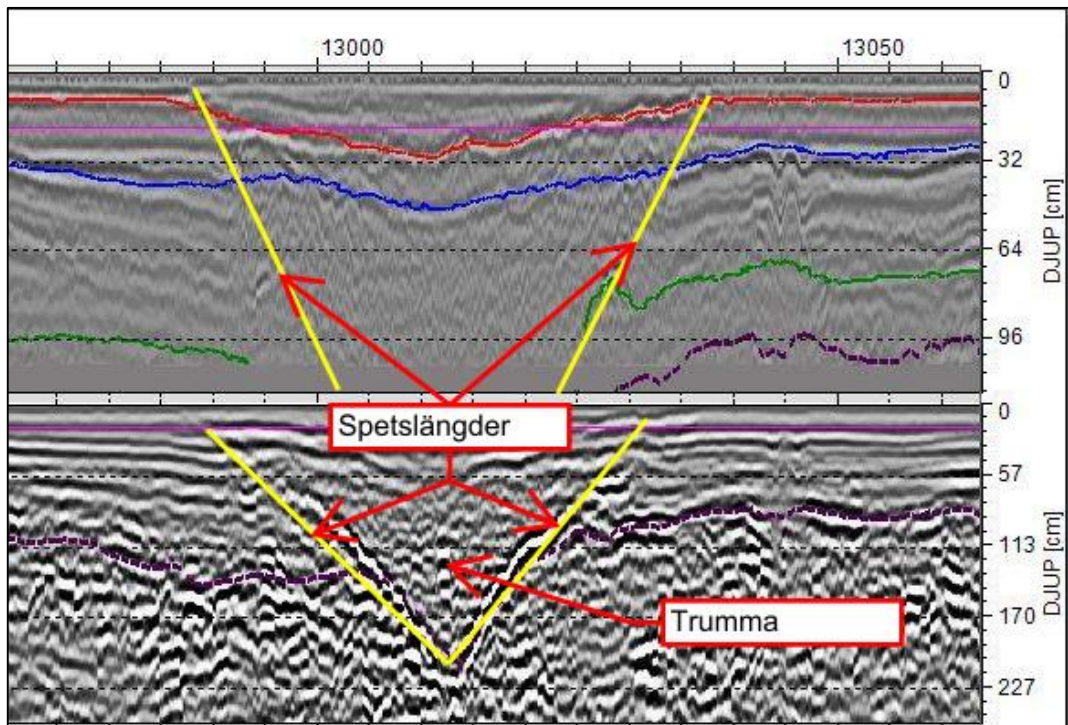


Figur 9 Uppemot 80cm asfalt i samband med sättningar endast i körfälten



Figur 10 Uppmot 70cm asfalt i samband med sättnig

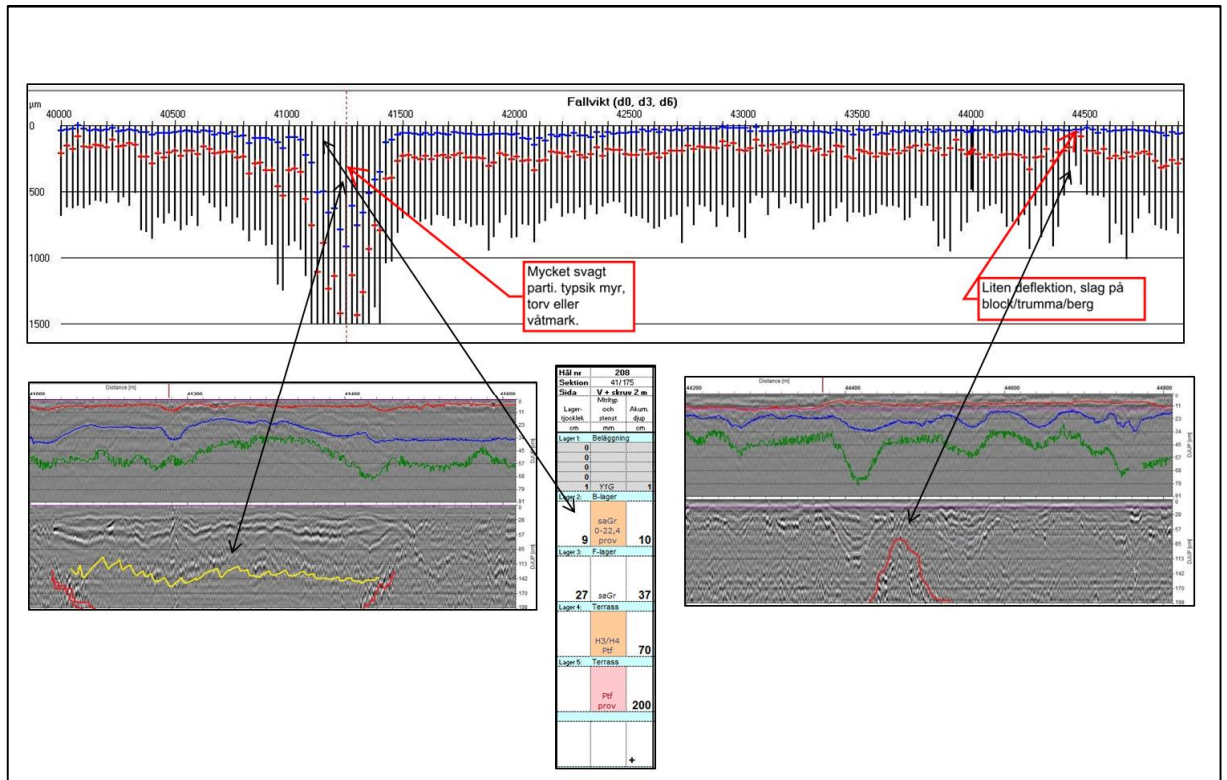
Figur 11 visar ett nyligen utfört trumbyte där spetslängder, djup till trumma samt djup till omliggande terrass.



Figur 11 Spetslängder vid trumma

3.4 Sammanvägning

Förs de olika mätningarna från fallvikt, georadar och provtagning samman enligt Figur 12 fås en bra överblick och hur en vägsträcka ser ut och vilka partier som avviker från det normala. Detta medför ett bättre underlag för kompletterande geotekniska sökningar vid riskpartier vilket senare resulterar i bättre kalkylunderlag för både utförande och totalentreprenader.



Figur 12 Sammanvägning av mätningar FWD, GPR och provtagning

4. Resultat

Utifrån analysen av fallviktens deflektioner och georadarns beläggningstjocklek i kapitel 3.1 har riskprocent på vägarna tagits fram och redovisas i Tabell 6 nedan. Dessa värden symboliserar andel i procent av vägen som återfinns i de olika riskklasserna.

4.1 FWD

Tabell 6 Andelar (%) i varje riskklass för respektive studieobjekt

Objekt	Riskklass				
	1	2	3	4	5
E10 Avvakko	0.1	1.6	45.2	32.5	20.5
E10 Morjärv	1.5	16.3	63.4	16.4	2.5
BD841	0.4	21.8	40.3	25.9	11.7
BD818	1.2	2.6	46.7	20.6	28.9
BD822	3.4	13.3	70.9	9.3	3.1
E6.E20	20.8	25.8	44.5	8.8	0
Rv83	1.2	24.3	46.3	28.2	0
E10	0.8	37.4	5.9	55.8	0
K27	30	32	26.5	8.1	3.4

4.2 GPR

Med välutbildad och tränad expertis kan riskpartier tolkas endast utifrån radargrammen, framförallt partierna som har riskklass 4 och 5 dvs. partier med svag terrass och risk för torv, lera, silt eller annat dåligt material med hög fukthalt. Desto svårare är det att se partier med berg. Ekot från berggrund kan vara otydligt och därmed även svår att upptäcka.

4.3 Sammanvägning

Redan innan analysen gjordes av fallviktens deflektioner kontra georadarns beläggningstjocklek i kapitel 3.1 fanns information om riskpartier längs sträckorna eftersom bärighetsundersökningar utförts. Träffbilden på riskpartier är relativt bra och återspeglar hur vägsträckorna ser ut. Exempel på detta ges nedan.

På både K27 och E6.E20 dominerar riskklass 1. Både K27 och E6.E20 har till största delen bergkross i provtagningen och synligt berg intill vägen. I georadmätningen syns mycket block och med största sannolikhet också berg precis under vägkonstruktionen.

Två vägar som till stor del finns i riskklass 5 är BD818 och E10-Avvakko. E10 har tjock asfaltbeläggning men ändå relativt stora deflektioner. Det syns tydligt på bilder att sträckan går över flera myrmarker men detta återspeglas inte med stora fallviktsdeflektioner. Detta kan vara ett resultat av en tjockare överbyggnad, med en tjock beläggning, som kompenserar den svaga terrassen.

Även BD818 gå över många myrmarker men vägens överbyggnad och beläggning är tunn och därför syns riskpartierna tydligare utifrån fallviktsdeflektionerna.

5. Slutsats

En sammanvägning av de olika vägtekniska undersökningarna är tydligt användbar när potentiella riskpartier ska identifieras.

Med hjälp av en fallviktmätning mäts en deformation och resultatet står i förhållande till hur hårt/svagt underlaget är. Med hjälp av georadar kan man med stor sannolikhet identifiera de viktigaste parametrar som behövs vid analys av fallviktsdata och därefter identifiera starka, svaga eller osäkra partier.

Utförs de vägtekniska mätningar i rätt följd kan eventuella kompletterande väg- och geotekniska undersökningar bli mer effektiva och mängden kan hållas på en rätt nivå.

Rekommenderad ordning av vägtekniska undersökningar:

1 – Mätning av Fallvikt och Georadar. (Kan göras 1-2 år före provtagning och inventeringar)

2 – Fotografera eller filma vägen (inklusive vägområde) för att få en bra visuell bild av sträckan. Detta görs med fördel i samband med georadarmätning för att upptäcka föremål som kan bidra med ekon/störningar i data.

3 - Ta fram en grafisk sammanställning av utförda undersökningar för att upptäcka de tydliga skillnaderna i beläggningstjocklek, övriga obundna lager samt djup till terrass.

4 - Välj kompletterande provtagningspunkter i väglinjen på rätt ställe och bestäm nödvändigt djup för de geotekniska undersökningarna.

Beroende på syftet med önskad undersökning välj:

- Sträckor där fallvikt och georadar inte är så tydliga.
- Punkter för att verifiera berg
- Punkter för att verifiera svag terrass

Görs de vägtekniska undersökningar enligt denna metod så kan man med stor sannolikhet identifiera de partier som medför störst risk för oväntade kostnader i fortsatt arbete för entreprenörer och konsulter. Man identifierar även de partier där informationen inte är tillräckligt tydlig dvs. där kompletterande undersökningar behövs.

Bilagor

- 1- Samlingsdatabas
- 2- Exempelsamling – Möjliga analyser
- 3- Omfattning tjälskadat vägnät