

Väg 49 Skara – Skövde, delen Axvall – Varnhem

Skara kommun, Västra Götalands län

TEKNISKT PM GEOTEKNIK, 2019-11-04

Projektnummer: 150304



Titel Tekniskt PM Geoteknik	Dokumentdatum 2019-11-04	Rev datum
Projektnummer 150304	Ärendenummer TRV 2016/33389	

Trafikverket

Postadress: Box 110, 541 23 Skövde

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921

Dokumenttitel: Tekniskt PM Geoteknik

Skapat av: ÅF-Infrastructure AB

Dokumentdatum: 2019-11-04

Ärendenummer: TRV 2016/33389

Projektnummer: 150304

Version: 1.0

Kontaktperson: Johan Larsson, Trafikverket

Titel Tekniskt PM Geoteknik	Dokumentdatum 2019-11-04	Rev datum
Projektnummer 150304	Ärendenummer TRV 2016/33389	

Innehållsförteckning

1	Objekt.....	4
2	Utförda undersökningar.....	4
3	Topografi och områdesbeskrivning.....	4
4	Vägförslag, geotekniska förhållanden och bedömda åtgärder.....	4
4.1	Allmänt.....	4
4.2	Delsträcka km 6/300 – 8/940.....	5
4.2.1	Geotekniska förhållanden.....	6
4.2.2	Geotekniska åtgärder.....	6
4.3	Delsträcka ca km 8/940-9/500.....	6
4.3.1	Geotekniska förhållanden.....	6
4.3.2	Geotekniska åtgärder.....	7
4.4	Delsträcka ca km 9/500-10/200.....	7
4.4.1	Geotekniska förhållanden.....	7
4.4.2	Geotekniska åtgärder.....	8
4.5	Delsträcka ca km 10/200-10/480.....	8
4.5.1	Geotekniska förhållanden.....	8
4.5.2	Geotekniska åtgärder.....	9
4.6	Delsträcka ca km 10/480-10/900.....	9
4.6.1	Geotekniska förhållanden.....	9
4.6.2	Geotekniska åtgärder.....	9
4.7	Delsträcka ca km 10/900-11/040.....	10
4.7.1	Geotekniska förhållanden.....	10
4.7.2	Geotekniska åtgärder.....	10
4.8	Delsträcka ca km 11/040-11/470.....	10
4.8.1	Geotekniska förhållanden.....	10
4.8.2	Geotekniska åtgärder.....	11
4.9	Delsträcka ca km 11/470-12/180.....	12
4.9.1	Geotekniska förhållanden.....	12
4.9.2	Geotekniska åtgärder.....	12
4.10	Kompletterande undersökningar.....	12

Titel Tekniskt PM Geoteknik	Dokumentdatum 2019-11-04	Rev datum
Projektnummer 150304	Ärendenummer TRV 2016/33389	

1 Objekt

På uppdrag av Trafikverket har ÅF Infrastructure AB (ÅF) utfört geotekniska utredningar för framtagning av vägplan för utbyggnad av väg 49 delen Axvall-Varnhem till mötesfri landsväg. Aktuell vägsträcka är ca 6 km lång och sträcker sig från Axvall i väster till Varnhem i öster. I anslutning till Varnhem planeras också för en ny trafikplats.

Detta PM är upprättat i vägplaneskedet och syftar till att beskriva geotekniska förutsättningar för projektet samt eventuellt behov av åtgärder.

2 Utförda undersökningar

Geotekniska undersökningar har genomförts vid flera tillfällen av ÅF, Norconsult samt InhouseTech. Resultaten är sammanställda i Markteknisk undersökningsrapport, Geoteknik, daterad 2017-04-03 samt i Rgeo från tidigare framtagen arbetsplan (objektnr: 85631730, daterad 2008-10-10).

Resultaten från den tidigare framtagna arbetsplanen har delvis inarbetats i föreliggande PM.

3 Topografi och områdesbeskrivning

Marknivån vid borrhöjningarna varierar mellan ca +127 och +142 längs sträckan. De högsta marknivåerna återfinns i den östra delen av sträckan och de lägsta återfinns i anslutning till Tåsjön.

Längs sträckan återfinns framförallt åkermark men också mindre skogspartier. Längs en ca 400 m lång delsträcka mellan ca km 9/800 och 10/200 passerar vägen nära intill vattendraget Tåsjön och några mindre dammar.

4 Vägförslag, geotekniska förhållanden och bedömda åtgärder

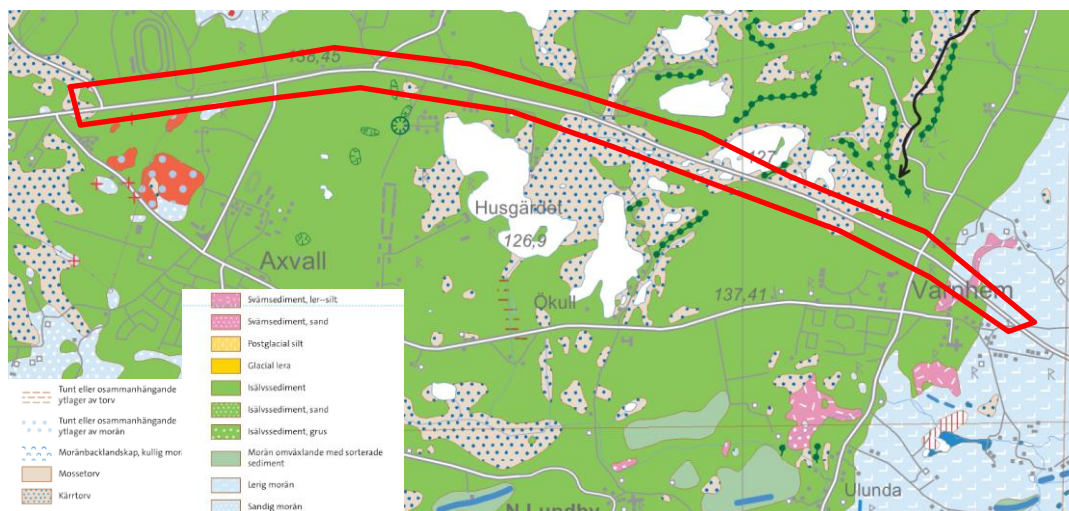
4.1 Allmänt

Enligt föreslagen ombyggnad ligger vägen kvar i befintligt läge. Breddningar av vägbanan kommer framförallt ske på den norra sidan.

Flertalet vägkorsningar kommer byggas om. Nyanläggande av en ekodukt samt GC-portar planeras. Flera befintliga trummor och koportar ersätts eller rivs. En planskild korsning planeras vid Varnhem.

Enligt SGU:s jordartskarta är den dominerande jordarten längs sträckan isälvssediment, Figur 4-1. Invid sjöarna återfinns kärrtorv och i den östra delen av sträckan lerig morän. Jorddjupen varierar mellan 3 och 50 meter där de mindre jorddjupen återfinns i den östra och västra delen av sträckan.

Titel Tekniskt PM Geoteknik	Dokumentdatum 2019-11-04	Rev datum
Projektnummer 150304	Ärendenummer TRV 2016/33389	



Figur 4-1. Utdrag från SGU:s jordartskarta. Aktuell sträcka är markerad med rött.

Enligt bygghandlingar från 1958 ska befintlig väg 49 vid anläggandet ha förstärkts genom massutskiftning av organisk jord. Mellan km ca 10/200 och 10/900 ska både utskiftning av torv och nedpressning/massundanträngning av underliggande gyttja ha utförts. Återfyllning ska ha skett med massor från linjen samt från närbelägen rullstensås. Detta har bekräftats vid sonderingar då fyllnadsmassor som utgörs av mullhaltig grusig siltig sand har påvisats i eller strax utanför vägbanan.

Stabilitets- och sättningskrav styrs av TK Geo 13. Med hänsyn till stabilitetsbrott har dimensionering utförts i säkerhetsklass 2 (SK2) och geoteknisk kategori 2 (GK2).

4.2 Delsträcka km 6/300 – 8/940

Vägförslaget innebär en breddning på ca 8-12 meter åt norr inom aktuell sträcka. Vägens profil ändras marginellt. Befintliga trummor förlängs då vägen breddas.

En ny GC-port byggs under väg 49 vid km ca 7/000 och väg 2748 stängs för biltrafik och övergår i en GC-bana. Bro över GC-port utförs som en enspanns bro i betong.

Utfart vid km ca 7/700 byggs om.

Vid km ca 8/150 anläggs en GC-port och aktuell utfart stängs. Bron över GC-port utförs som en enspanns bro i betong. En bullerskyddsvall anläggs på södra sidan av vägen mellan km ca 8/180 och 8/780.

En ny utfart anläggs vid km ca 8/300.

Mellan km ca 8/810-8/840 planeras en viltpassage över väg 49. Passagen utförs som en plattram bro i betong.

Titel Tekniskt PM Geoteknik	Dokumentdatum 2019-11-04	Rev datum
Projektnummer 150304	Ärendenummer TRV 2016/33389	

4.2.1 Geotekniska förhållanden

Enligt de geotekniska undersökningarna återfinns fastmark inom sträckan. Från markytan utgörs jordprofilen av ett tunt mullskikt följt av grusig siltig sand och/eller grusig sandig/siltig morän. Vid km ca 6/700 återfinns berg på ca 1 till 1,5 meters djup.

Generellt varierar jorddjupen inom delsträckan mellan några meter till som djupast mer än 32 meter vid km ca 8/000.

Friktionsjordens elasticitetsmodul har utvärderats inom delsträckan till 10 MPa mellan 0 och 8 meters djup för att därunder öka till 60 MPa på 20 meters djup.

Grundvattenytan bedöms ligga mellan nivåerna ca +127 och +129, dvs ca 10 meter under markytan.

4.2.2 Geotekniska åtgärder

Broar för och över väg 49 bedöms kunna plattgrundläggas på packad fyllning ovan fast undergrund. GC-port vid km ca 7/000 bedöms på norra sidan av väg 49 delvis kunna grundläggas på berg.

Inga förstärkningsåtgärder erfordras inom delsträckan då stabiliteten är tillfredsställande även efter byggnation inom aktuell delsträcka.

Skärningsslänter ska erosionsskyddas.

Grundvattennivån bedöms inte påverkas av aktuell utbyggnad. För ytterligare info kring grundvattenförhållanden se PM Hydrogeologi.

4.3 Delsträcka ca km 8/940-9/500

Vägförslaget innebär en breddning på mellan 6 och 12 meter åt norr inom aktuell delsträcka. Befintliga trummor förlängs då vägen breddas.

I anslutning till km ca 9/150 byggs en utfart om. Den bäck som korsar väg 49 i trumma vid km ca 9/180 grävs på norra sidan av väg 49 delvis om.

4.3.1 Geotekniska förhållanden

Inom delsträckan utgörs jordprofilen från markytan av ett mullskikt följt av mellan- och högförmultnad torv. Underlagrat torven återfinns generellt gyttja eller siltig lerig gyttja. De organiska jordarnas mäktighet varierar mellan 2 och 5 meter och underlagras av isälvsediment. Den största påvisade mäktigheten av organiska jordar inom delsträckan är ca 7 meter och återfinns vid km ca 9/240.

Torven och gyttjans odränerade skjuvhållfasthet har utvärderats till 10 resp. 6,5 kPa. Torvens naturliga vattenkvot varierar mellan 150 och 500 %. Konflytgränsen i gyttja har inom delsträckan uppmätts till mellan 61 och 130 %. Konflytgränsen avtar generellt mot djupet.

Grundvattenytan återfinns mellan ca 0 och 2 meter under markytan.

Titel Tekniskt PM Geoteknik	Dokumentdatum 2019-11-04	Rev datum
Projektnummer 150304	Ärendenummer TRV 2016/33389	

4.3.2 Geotekniska åtgärder

Inom aktuell delsträcka bedöms stabiliteten för befintlig väg som tillfredsställande. Vid föreslagen breddning måste dock vägbanken förstärkas ur stabilitets- och sättningsynpunkt. Olika förstärkningsåtgärder har utretts inom ramen för framtagna vägplan. Exempel på utredda åtgärder är masstabilisering, massurskiftning och undan-/nedpressning av organisk jord. Undanpressning kan leda till skador på befintlig väg och massurskiftning kräver generellt stora markanspråk. Massurskiftning skulle också innebära fördröjningar avseende masshantering då naturligt förhöjda halter av arsenik (>MKM) förekommer längs sträckan. För ytterligare info angående markmiljö, se PM Miljöteknisk markundersökning.

Den för projektet mest fördelaktiga förstärkningsåtgärden, bl.a. ur ett ekonomiskt perspektiv, har visat sig vara masstabilisering. Bindemedlet vid masstabilisering utgörs i huvudsak av cement. Eventuella pH-förändringar till följd av åtgärden bedöms endast uppstå lokalt i torven/gyttjan.

Masstabilisering utförs beroende på de organiska jordarnas mäktighet inom aktuell delsträcka mellan 2 och 5 meters djup. I anslutning till bäckomgrävningen förstärks undergrunden fram till bäckfåran för att säkerställa stabiliteten hos breddningen av väg 49.

I byggskedet kräver åtgärden att trafiken tillfälligt leds via ett körfält.

Skärningslänter ska erosionsskyddas.

Grundvattennivån bedöms inte påverkas av utbyggnaden. För ytterligare info, se PM Hydrogeologi.

4.4 Delsträcka ca km 9/500-10/200

Mellan km ca 9/500 och 9/640 utförs en breddning om ca 12 meter åt norr. Befintliga trummor förlängs då vägen breddas.

4.4.1 Geotekniska förhållanden

Vid ca km 9/500 utgörs jordprofilen av grusig siltig sand till mer än 18 meters djup.

Från ca km 9/800 återfinns organiska jordar i den övre delen av jordprofilen. Mäktigheten är generellt mellan 6 och 8 meter och de översta 2 till 3 metrarna utgörs av låg- till mellanförmultnad torv följt av skalförande gyttja, gyttjig skalsand/skalgrus.

Torvens odränerade skjuvhållfasthet har utvärderats till 5 kPa. Gytjtjans odränerade skjuvhållfasthet har utvärderats till 5 kPa med en ökning om 1,83 kPa/m mot djupet. Torvens naturliga vattenkvot ligger mellan 100 och 760 %.

Grundvattenytan inom områden med organisk jord bedöms ligga i eller strax under markytan.

Titel	Dokumentdatum	Rev datum
Tekniskt PM Geoteknik	2019-11-04	
Projektnummer	Ärendenummer	
150304	TRV 2016/33389	

4.4.2 Geotekniska åtgärder

För att förstärka vägen mot stabilitetsproblem inom delsträckan behöver stabilitetshöjande åtgärder utföras.

I Västra Dammen föreslås en tryckbank från strandlinjen och ca 8 meter ut i vattnet mellan km ca 9/780 och 9/830.

I Tåsjön föreslås en tryckbank mellan km ca 9/950 och 10/000 som sträcker sig ca 8 meter ut i vattnet. Mellan ca km 10/065 och 10/170 behöver ytterligare en tryckbank anläggas i Tåsjön. Aktuell tryckbank sträcker sig ca 8 meter ut i vattnet.

Tryckbankarna utgörs av sprängstensfyllning. För att inte hindra grundvattnets naturliga flöde bör fyllningen vara välsorterad. Eventuella utloppsdiken får inte fyllas igen vid anläggandet av tryckbankarna. Ovan tryckbankarna ska så naturlig sjöbotten och strandkant som möjligt återskapas. Detta utförs genom utläggning av rundade natursten och kokosmattor.

Anläggandet av tryckbankarna bedöms kunna utföras från väg 49 med hjälp av s.k. långgrävare. Tillfälligt behöver trafiken ledas via ett körfält under byggnationen.

Skärningslänter ska erosionsskyddas.

Grundvattennivåer bedöms inte påverkas av utbyggnaden.

4.5 Delsträcka ca km 10/200-10/480

Vid km ca 10/200 behålls befintlig koport men vid km ca 10/600 ersätts koport med en trumma.

Ingen breddning av vägen utförs inom delsträckan.

4.5.1 Geotekniska förhållanden

Kring km ca 10/200 går vägen över i ett fastmarksparti av friktionsjord (rullstensås) men vid km ca 10/260 tar åter de organiska jordarna vid.

Torvens mäktighet varierar mellan ca 2 och 3 meter och underlagras av skalförande gyttja följt av friktionsjord. Gyttjan innehåller ställvis skikt av gyttjig skalgrus. Torven är framförallt mellan- till högförmultnad. Vid ca km 10/360 återfinns den största mäktigheten av organisk jord om 11 meter varav de 2 översta metrarna utgörs av torv.

Den odränerade skjuvhållfasthet hos den organiska jorden har utvärderats till 5 kPa (i de översta 2 metrarna) för att sedan öka med 1,88 kPa/m till ca 6 meters djup.

Torvens naturliga vattenkvot varierar mellan 250 och 900 %.

Grundvattenytan återfinns i eller strax under markytan inom områden med organisk jord.

Titel	Dokumentdatum	Rev datum
Tekniskt PM Geoteknik	2019-11-04	
Projektnummer	Ärendenummer	
150304	TRV 2016/33389	

4.5.2 Geotekniska åtgärder

Inom aktuell delsträcka bedöms stabiliteten för befintlig väg som tillfredsställande.

Då ingen breddning utförs inom delsträckan behövs inte någon masstabilisering.

Skärningsslänter ska erosionsskyddas.

Grundvattennivåerna bedöms inte påverkas av aktuell utbyggnad.

4.6 Delsträcka ca km 10/480-10/900

Enligt vägförslaget utförs breddning mot norr från km ca 10/480 till km 10/900. Breddningen är som mest ca 10 meter.

Befintlig koport vid km ca 10/630 ersätts med trumma.

4.6.1 Geotekniska förhållanden

Mellan km ca 10/480 och 10/640 återfinns ställvis friktionsjord men de organiska jordarna dominerar. Från km ca 10/640 återfinns organisk jord med en mäktighet mellan 1 och 8,5 meter.

Torven är generellt låg- till mellanförmultnad inom delsträckan och mäktigheten är mellan 2 och 5 meter. Under torven återfinns gyttja som vid större djup består av kalkgyttja. Skal återfinns i både torv och gyttja.

Den odränerade skjuvhållfastheten för låg- och mellanförmultnad torv har inom delsträckan utvärderats till 7,5 kPa. För högförmultnad torv och gyttja har skjuvhållfastheten utvärderats till 4,5 kPa. Torvens naturliga vattenkvot varierar mellan 250 och 900 %. Inom delsträckan har konflytgränser mellan 93 och 141 % uppmätts i gyttjan. Konflytgränsen avtar generellt mot djupet.

Där organisk jord återfinns ligger grundvattenytan i eller strax under markytan. I anslutning till sjön Kusen har grundvattenytan i den undre akvifären uppvisat en artesisk trycknivå strax ovan markytan.

4.6.2 Geotekniska åtgärder

Inom aktuell delsträcka bedöms stabiliteten för befintlig väg som tillfredsställande.

Vid föreslagen breddning måste vägbanken förstärkas ur stabilitets- och sättningssynpunkt. Förstärkningen utförs genom masstabilisering. Massstabiliseringen utförs beroende på de organiska jordarnas mäktighet inom delsträckan till mellan 2,5 och 7 meters djup. I byggskedet kräver åtgärden att trafiken tillfälligt leds via ett körfält.

Vid km ca 10/730 återfinns mer än 7 meter organisk jord strax norr om breddningen av väg 49. Detta innebär att all organisk jord inte kommer kunna masstabiliseras, då metoden generellt inte är möjlig till större djup än ca 7 meter. I aktuellt område (längs ca 50 meter) utförs masstabilisering i kombination med en längre tids överlast för att ta ut sättningar i den underliggande gyttjan.

Skärningsslänter ska erosionsskyddas.

Titel Tekniskt PM Geoteknik	Dokumentdatum 2019-11-04	Rev datum
Projektnummer 150304	Ärendenummer TRV 2016/33389	

Grundvattennivåerna bedöms inte påverkas av utbyggnaden. I byggskedet kan en tillfällig grundvattenavsänkning bli aktuell vid byte av befintlig koport. En kortvarig avsänkning i samband med byggnation bedöms inte innebära någon omgivningspåverkan.

4.7 Delsträcka ca km 10/900-11/040

Enligt vägförslaget planeras breddning åt både norr och söder. Den största breddningen sker åt norr med ca 10 meter.

4.7.1 Geotekniska förhållanden

Vid ca km 10/900 återfinns ett parti av friktionsjord i vägområdet som vid ca km 10/930 övergår i organisk jord. Den organiska jorden utgörs generellt av högförmultnad torv till ett djup mellan 1,5 och 5 meter. Den naturliga vattenkvoten hos torven har uppmätts till mellan 147 och 940 %. Mellan ca km 10/940 och 10/970 har ca 1 meter sand påvisats ovan torven på vägens norra sida.

Grundvattenytan ligger strax under markytan på nivå ca +128,5, dvs. ca 0,5 till 1 meter under markytan.

4.7.2 Geotekniska åtgärder

Inom aktuell delsträcka bedöms stabiliteten för befintlig väg som tillfredsställande.

Vid föreslagen breddning måste vägbanken förstärkas ur stabilitets- och sättningssynpunkt. Förstärkningen utförs genom masstabilisering. Massstabiliseringen utförs beroende på de organiska jordarnas mäktighet till mellan 1,5 och 5 meters djup. I byggskedet kräver åtgärden att trafiken tillfälligt leds via ett körfält.

Skärningsslänter ska erosionsskyddas.

4.8 Delsträcka ca km 11/040-11/470

Inom aktuell delsträcka utförs breddning åt både norr och söder för att mynna ut i på- och avfartsramper till trafikplats Varnhem. Trafikplatsen är en planskild korsning där väg 2687/2751 läggs på en enspanns bro i betong över väg 49. På- och avfartsramper till trafikplatsen återfinns på den västra sidan av bron. Från km ca 11/100 övergår väg 49 i skärning. Skärningsdjupet ökar succesivt åt öster till som mest ca 7 meter under befintlig mark. Då utrymmet är begränsat på grund av fornlämningar/gravfält planeras stödmurar på den norra och södra sidan av vägen.

Befintlig koport vid km ca 11/200 rivs.

4.8.1 Geotekniska förhållanden

Från km ca 11/040 utgörs jordprofilen av isälvsediment bestående av grusig siltig sand. Mellan km ca 11/360 till 11/470 överlagras morän av 0,5-1,0 meter grusig siltig sand. Strax norr om väg 49 vid km 11/330 har torv påvisats i en sonderingspunkt mellan 1 och 2 meters djup.

Titel Tekniskt PM Geoteknik	Dokumentdatum 2019-11-04	Rev datum
Projektnummer 150304	Ärendenummer TRV 2016/33389	

Berg har påträffats mellan 2 och 7 meter under markytan. Bergytan är inom delsträckan svårbedömd med anledning av de ovanliggande fasta jordarterna samt att berget utgörs av förskiffrat berg som är skivigt.

Grundvattenytan varierar mellan 2 och 8,5 meter under markytan. För ytterligare info kring grundvattenförhållanden, se PM Hydrogeologi.

4.8.2 Geotekniska åtgärder

Inga permanenta geotekniska åtgärder bedöms vara nödvändiga inom aktuell delsträcka. Påvisad torv vid km 11/330 bedöms kunna schaktas bort vid utformning av skärningsslänter.

Bergskärningar kan bli aktuella på den norra sidan av väg 49 och då mellan ca km 11/360 och 11/470. I byggskedet bör skadliga vibrationer hos intilliggande byggnader minimeras och kontrolleras. I ett byggskede finns inte tillräckligt med utrymme för att anlägga schaktslänter i anslutning till fornlämningar/gravfält. Detta innebär att schakt behöver utföras inom spont. Vid installation av spont ska vibrationer med hänsyn till fornlämningarna beaktas och minimeras. Bakåtförankringar av spont under mark till berg behöver utföras.

Brostöd bedöms kunna plattgrundläggas. Stödmurar och brostöd grundläggs på en packad fyllning alternativt på plansprängt berg.

Vid grundläggning av brostöd, stödmurar samt vägskärningar kan tillfälliga grundvattenavsänkningar bli aktuella. Kortvariga avsänkningar i samband med byggnation bedöms inte innebära någon omgivningspåverkan.

Titel Tekniskt PM Geoteknik	Dokumentdatum 2019-11-04	Rev datum
Projektnummer 150304	Ärendenummer TRV 2016/33389	

4.9 **Delsträcka ca km 11/470-12/180**

Enligt vägförslaget genomförs breddning mellan ca 4 och 10 meter åt norr och söder.

Koporten vid km ca 11/580 byts ut mot trumma.

4.9.1 **Geotekniska förhållanden**

Från ca km 11/470 till 12/180 bedöms jordlagren utgöras av sandig siltig lermorän eller lerig siltig sand.

Grundvattenytan bedöms ligga på nivå ca +130- +132, dvs. minst 10 meter under markytan.

4.9.2 **Geotekniska åtgärder**

Inga permanenta geotekniska åtgärder bedöms vara nödvändiga inom aktuell delsträcka.

4.10 **Kompletterande undersökningar**

För att kunna projektera och eventuellt avgränsa behovet av masstabilisering rekommenderas kompletterande sonderingar inom delområden med organisk jord. Inblandningsförsök bör utföras på torv- och gyttjeprover för att undersöka lämplig inblandningsmängd för masstabilisering.

Särskilt identifierade områden med behov av kompletteringar:

- Mellan km ca 9/500 och 9/640
- Mellan km ca 10/480 och 10/640

I samband med detaljprojektering av stödmurar och brostöd vid trafikplats Varnhem bör kompletterande sonderingar utföras för att säkerställa bergnivåer och bergkvalité.