

PM Geoteknik

DP Hällbybrunn, Eskilstuna
Tillfartsväg och VA



Sweco Sverige AB
Uppdrag
Uppdragsnummer
Kund
Upprättad av
Granskad av
Datum
Dokumentreferens

RegNo 556767-9849
DP Hällbybrunn Geoteknik
30074342
Sitowise Sverige AB
Johan Danielsen
Björn Sjögren
2024-06-28 (Rev 2025-03-07)
PM Geoteknik Hällbybrunn

Ändringsförteckning

Ver	Datum	Ändringsbeskrivning	Granskad	Godkänd av
1,0	2024-06-28		B Sjögren	J Danielsen
1,1	2025-03-07	Stabilitetsberäkningar dagvattendamm samt överlast	B Sjögren	J Danielsen

Innehållsförteckning

1	Objekt	5
2	Ändamål	5
3	Underlag för projekteringen	5
4	Styrande dokument	6
	4.1 Rådgivande dokument:	6
5	Projekteringsanvisningar	6
6	Befintliga förhållanden	6
	6.1 Topografi & ytbeskaffenhet	6
	6.2 Geologi	7
	6.3 Befintliga konstruktioner	7
7	Geotekniska förhållanden	7
	7.1 Delsträcka km 0/700-0/980	7
	7.1.1 Väg- och VA-förslag	7
	7.1.2 Geotekniska förhållanden	8
	7.1.3 Geotekniska parametrar	9
	7.1.4 Stabilitet och sättningar	9
	7.1.5 Rekommendationer	9
	7.2 Delsträcka km 0/980 - 1/250	9
	7.2.1 Vägförslag	9
	7.2.2 Geotekniska förhållanden	10
	7.2.3 Geotekniska parametrar	11
	7.2.4 Stabilitet vägbank och VA-schakt	11
	7.2.5 Stabilitet Överlast	11
	7.2.6 Sättningar	12
	7.2.7 Rekommendationer	12
	7.3 Delsträcka km 1/250-1/360	13
	7.3.1 Vägförslag	13
	7.3.2 Geotekniska förhållanden	14
	7.3.3 Geotekniska parametrar	15
	7.3.4 Rekommendationer	15
	7.4 Dagvattenhantering - dammlägen	15
	7.4.1 Förslag	15
	7.4.2 Geotekniska förhållanden	16
	7.4.3 Geotekniska parametrar	17
	7.4.4 Stabilitetsberäkning dagvattendamm	18
	7.4.5 Rekommendationer	18
8	Kompletterande undersökningar	18
9	Sammanfattning	18

Bilaga 1 – Tolkad Geoteknik

Bilaga 2a – Stabilitetsberäkning sektion 1/100

Bilaga 2b – Stabilitetsberäkning VA-schakt 2m, 10kPa-lera

Bilaga 2c – Stabilitetsberäkning VA-schakt 3m, 15kPa-lera

Bilaga 3a – Sättningsberäkning ny väg, 1m fyll.

Bilaga 3b – Sättningsberäkning ny väg 2m fyll

Bilaga 4 – Valt värde från härledda värden

Bilaga 5 – Stabilitetsberäkning Dagvattendamm

Bilaga 6 – Stabilitetsberäkning Överlast

1 Objekt

På uppdrag av Sitowise Sverige AB har Sweco Sverige AB upprättat en PM Geoteknik inför upprättandet av ny detaljplan i Hällbybrunn, Eskilstuna. Utredningsområdet ligger strax väster om centrala Eskilstuna i närheten av Klaraborgsvägen. (se figur 1).

Inom området planeras en ny infartsväg för biltrafik med tillhörande gång- och cykelväg som löper parallellt med nya vägen. Nya gatan är ca 7 meter bred och GC-vägen ca 4 meter. I den nya vägen planeras även nya kommunala VA-ledningar att anläggas.

Gatans längd är totalt 1350 meter men enbart den östra delen av infartsvägen (km 0/700 - 1/350) har utretts då denna del går över lerjordar. Resterande sträcka bedöms ligga ovan fastmark.

I västra delen av utredningsområdet planeras även grundare dagvattendammar för fördröjning av dagvatten.



4 Styrande dokument

- SS-EN 1997-1 med nationella bilagor enligt nedan:
 - IEG Rapport 2:2008: Tillämpningsdokument Grunder
- TRVINFRA-00230 Version 1 Geokonstruktion Dimensionering och utformning

4.1 Rådgivande dokument:

- AMA Anläggning 23

5 Projekteringsanvisningar

Projektering av gata utförs enligt Trafikverket krav för vägar gällande totalstabilitet. Beräkningar har utförts med karakteristiska värden.

Geoteknisk kategori 2 samt säkerhetsklass 2 gäller för projekteringen.

6 Befintliga förhållanden

6.1 Topografi & ytbeskaffenhet

Aktuellt område utgörs idag av öppen åkermark samt en befintlig grusväg som löper längs med nya sträckningen. Längst västerut påträffas mindre skogsdungar.

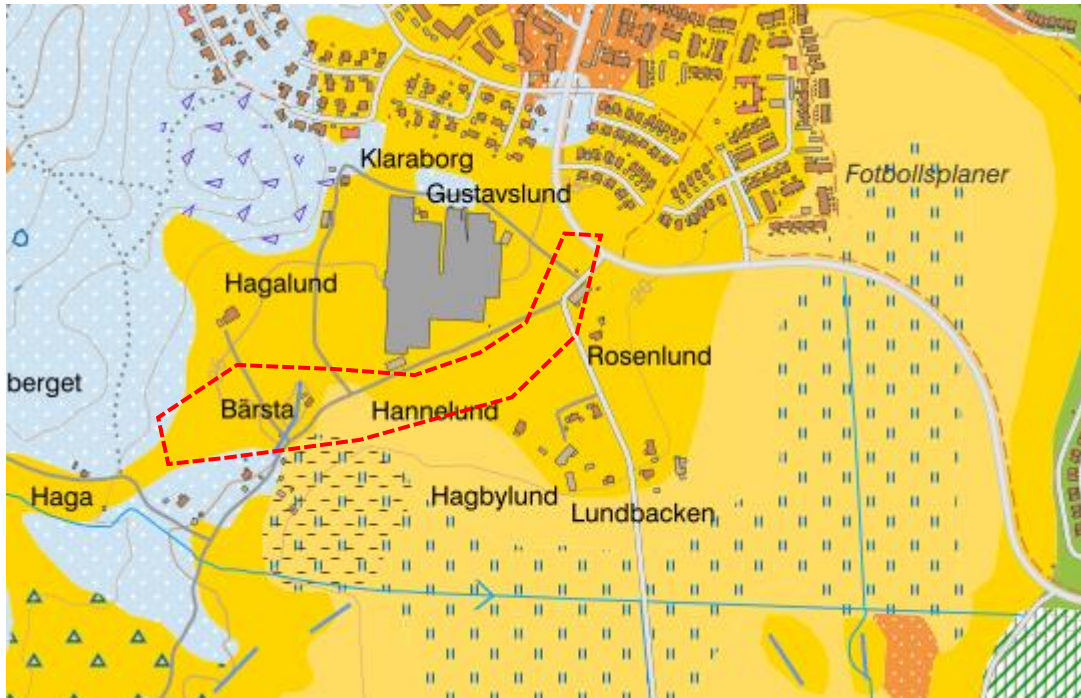
Området är plant utmed åkern och marknivåerna stiger något västerut. Marknivåerna inom det undersökta området varierar mellan +22,8 i öster och +25,2 i väster. De lägsta punkterna påträffas mitt på åkern där nivåerna ligger på ca +21,6.



Figur 2. Foto över undersökningsområdet. Åkermark med tillhörande grusväg.

6.2 Geologi

Nedan redovisas ett utsnitt av SGU:s jordartskarta med markerat ungefärligt undersökningsområde. De naturligt lagrade jordlagren består av morän (blå färg), glacial lera (gul färg) och gyttjelera (ljusgul färg med blå-svarta streck). Jordartskartan samstämmer relativt väl med utförda undersökningar.



Figur 3 Utsnitt från SGU:s jordartskarta, ungefärligt område.

6.3 Befintliga konstruktioner

Längs med sträckan förekommer befintlig grusväg samt intilliggande hus i form av villor samt en större blomsterträdgård.

Befintliga ledningar finns inom undersökningsområdet.

7 Geotekniska förhållanden

Nedan beskrivs gatans sträckning uppdelad i delsträckor och delområde beroende på de geotekniska förhållandena. Tolkad geoteknik över sträckningen finns i bilaga 1.

Valda materialparameterar redovisas i bilaga 2.

7.1 Delsträcka km 0/700-0/980

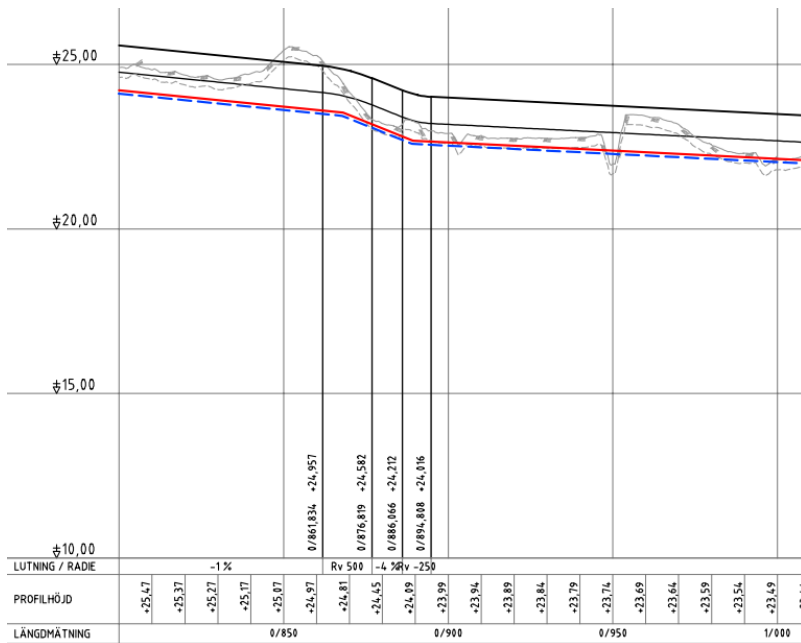
7.1.1 Väg- och VA-förslag

Sträckningen går uppe i skogsdungarna strax intill ytorna för tänkt dagvattenhantering. Delsträckan avslutas sedan nere vid befintlig grusväg där åkermarken börjas.

Vägen planeras här ligga cirka 1,1 meter högre än nuvarande mark och tillhörande ledningar ligger cirka 1 meter under befintlig markyta.

Befintliga marknivåer varierar mellan +25,0 och +22,8.

Befintliga diken passerar vid km 0/900 samt 0/975.



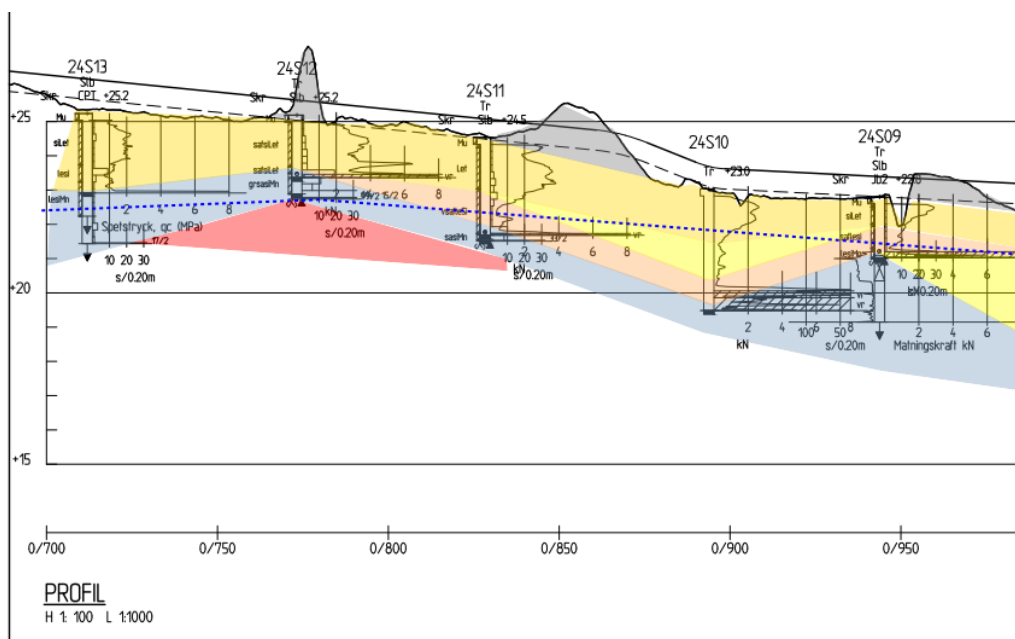
Figur 1. Utkast (Arbetsmaterial) på föreslagen VA-förläggning utmed delsträckan. (Sitowise 2023-11-16)

7.1.2 Geotekniska förhållanden

Inom denna delsträcka utgörs jorden av torrskorpelera där det lokalt förekommer sandskikt. Under torrskorpeleran påträffas moränjordar. Djup till morän bedöms vara 1,5-2,5 meter utmed sträckan.

Troligt berg har lokaliserats på cirka 2,5 meters djup längs km 0/750-0/800.

Grundvattennivån kan förväntas ligga på nivå +21,5 utmed sträckan.



Figur 2. Tolkad geoteknik utmed delsträckan. Torrskorpelera (orange-gul) dominerar sträckningen med morän (ljusblå) under. Sand (orange) och lösare lera (gul) förekommer.

7.1.3 Geotekniska parametrar

Jordens materialegenskaper har utvärderats från utförda undersökningar samt emperi. Valda värden har sammanställts i tabell 1.

Tolkade jordlager redovisas på profilritning i bilaga 1.

Tabell 1 Valda värden för materialegenskaper

Material (materialtyp/tjärfarlighetsklass)	Friktionsvinkel φ^{valt} [°]	Odränerad skjuvhållfasthet C_u vå [kPa]	E-Modul [MPa]	Modul (M_L) (kPa)	Tunghet $\gamma^{\text{valt}} / \gamma^{\text{valt}}$ [kN/m ³]
Silt/Torrskorpelera (5A/4)	32	50	5	-	17/7
Friktionsjord (morän) (4A/3)	36	-	25	-	20/11

7.1.4 Stabilitet och sättningar

Ingen problematik med stabilitet bedöms förekomma för ny vägkropp med tanke på områdets relativt fasta jordlager och dess topografi.

Sättningar vid 1 m fyllning över nuvarande marknivå bedöms bli försumbara utmed denna delsträcka.

7.1.5 Rekommendationer

Inga geotekniska förstärkningsåtgärder krävs för ny gata.

Schakt för nya VA-ledningar kan utföras i släntlutning 1:1.

Materialtyp utmed sträckan ska förväntas vara 5A och tjärfarlighetsklass 4 med hänsyn till siltinnehåll.

7.2 Delsträcka km 0/980 - 1/250

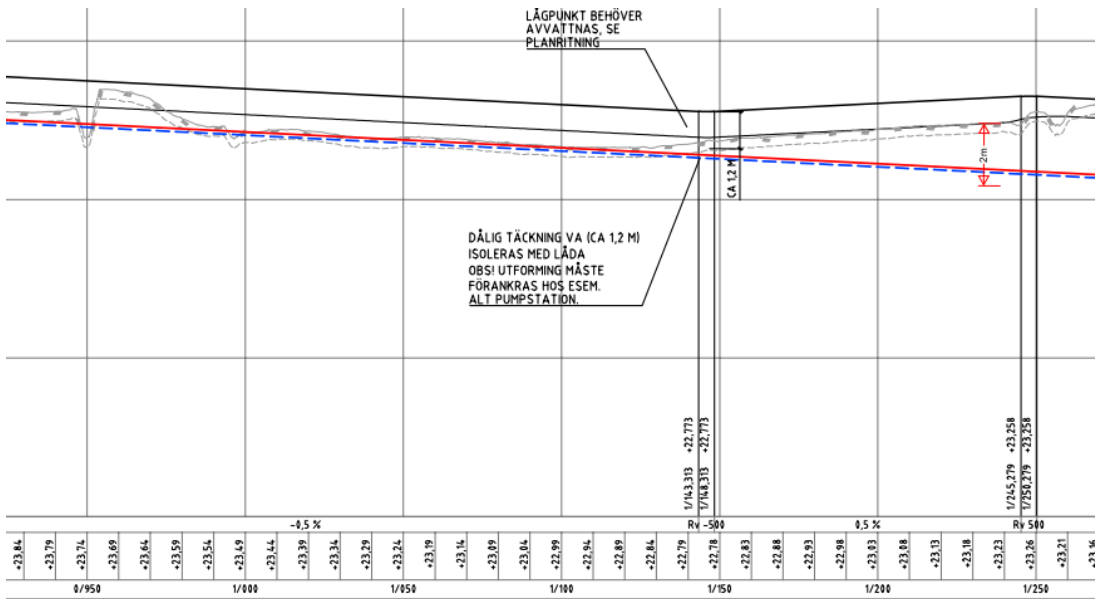
7.2.1 Vägförslag

Vägens planerade överyta ligger ca 1 m över befintlig mark vilket innebär att uppfyllnader krävs för ny gata. Hela sträckningen går utmed befintlig åkermark.

Befintliga marknivåer varierar mellan +22,4 och +21,6.

Nya VA-ledningar planeras cirka 0,5m under befintlig mark mellan 0/980-1/140 då marknivån stiger samtidigt som VA-ledningarna behöver anläggas djupare. Vid 1/250 anläggs VA-ledningarna cirka 2 meter under befintlig markyta.

Eventuellt kan det erfordras någon form av pumpstation i lågpunkten utmed sträckan. Detta har dock inte utretts vidare i detta skede.



Figur 3. Tänk VA-sträckning utmed delsträcka 0/980 - 1/250.

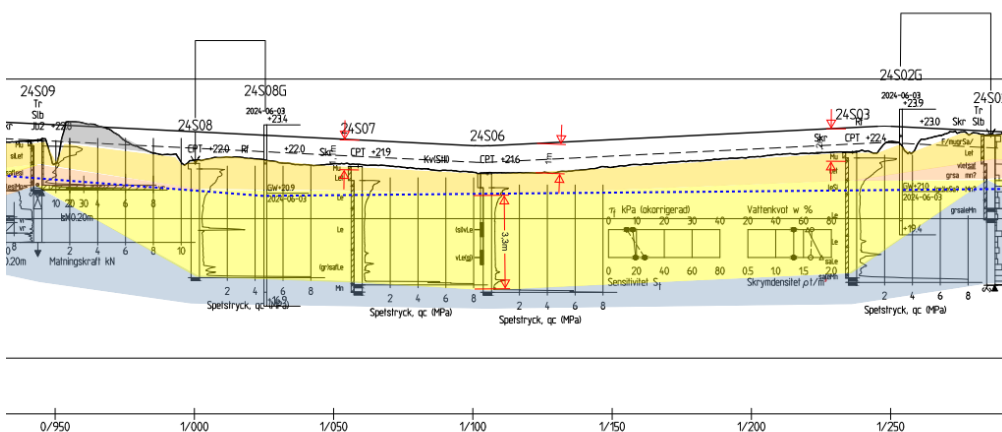
7.2.2 Geotekniska förhållanden

Inom denna delsträcka utgörs jorden av lera som underlagras av morän. Leran överlagras av mulljord samt torrskorpelera. Torrskorpelerans mäktighet bedöms vara ca 1 meter utmed sträckan.

Lerans tjocklek varierar mellan 2 och 4 m och har mycket låg odränerad skjuvhållfasthet. Leran har inslag av siltskikt. Vattenkvoten varierar mellan 63-73% och konflytgränsen på 53%. Sensitiviteten varierar mellan 13-26.

Skjuvhållfastheten på leran har utvärderats till 10 kPa.

Grundvattennivån ligger direkt under torrskorpeleran, dvs ca 1 meter under markytan på nivå +20,9.



Figur 4. Tolkad geoteknik utmed delsträckan. Lermäktigheterna synliggörs med gul färg. Blå färg indikerar moränjordar.

7.2.3 Geotekniska parametrar

Jordens materialegenskaper har utvärderats från utförda undersökningar samt laboratorieundersökningar. Valda värden har sammanställts i tabell 2.

Tolkade jordlager redovisas i bilaga 1.

Tabell 2 Valda värden för materialegenskaper km 0/980 – 1/250.

Material (materialtyp/tjärfarlighetsklass)	Friktionsvinkel φ'_{valt} [°]	Odränerad skjuvhållfasthet C_u c_u [kPa]	E-Modul [MPa]	Modul (M_L) (kPa)	Tunghet $\gamma'_{\text{valt}} / \gamma'_{\text{valt}}$ [kN/m ³]
Silt/Torrskorpelera	30	30	3		
Lera (Si) (4B/3)	30	10		245-520*	16,5/6,5
Friktionsjord (morän) (4A/3)	36		25	-	20/11

*CRS-försök på 2 respektive 3 meters djup (24S06).

7.2.4 Stabilitet vägbank och VA-schakt

Stabilitet för ny vägbank har beräknats i sektion 1/100 där bankhöjden är högst och där lermäktigheterna är som störst.

Säkerhetsfaktorn har beräknats för odränerad och kombinerad analys där lägsta säkerhetsfaktorn uppgår till 1,94 för odränerad analys och 1,64 för kombinerad analys. Beräkningen redovisas i bilaga 2.

Lägsta godtagbara värde enligt Trafikverkets krav (som är branschpraxis för vägar) uppgår i säkerhetsklass 2 till 1,50 för odränerad analys och 1.30 för kombinerad analys.

Säkerheten är således tillfredsställande för planerad gata.

Beräkning för VA-schakt har utförts och visar på tillfredsställande stabilitet vid schakt ner till 2 meters djup. Djupare schakter utmed åkersträckan bör kontrolleras noggrannare i nästa skede.

7.2.5 Stabilitet Överlast

Då överlast kan vara ett alternativ inför kommande förstärkningsarbete har stabilitetsberäkningar (totasäkerhet) utförts för att kontrollera hur stor mängd massor som kan påföras området utan att det finns risk för stabilitetsbrott.

Beräkning har utförts för byggskede där en viss trafiklast använts. Den beräkningen är utförd i säkerhetsklass 1. Detta har sedan kompletterats med beräkningar för säkerhetsklass 2 då överlasten ligger under längre tid.

Beräkningar visar på att tillfredsställande stabilitet erhålls vid fyllnadsmäktigheter på 2 meter och släntutfall i lutning 1:2.

Överlast	Odränerad analys	Kombinerad analys	Stabilitet	Säkerhetsklass
2,0m + byggt trafik			Godkänd	1 (Fc=1,35)
2,0 m	1,64	1,45	Godkänd	2 (Fc=1,5)
2,5 m	1,35	1,21	Ej Godkänd	2 (Fc=1,5)

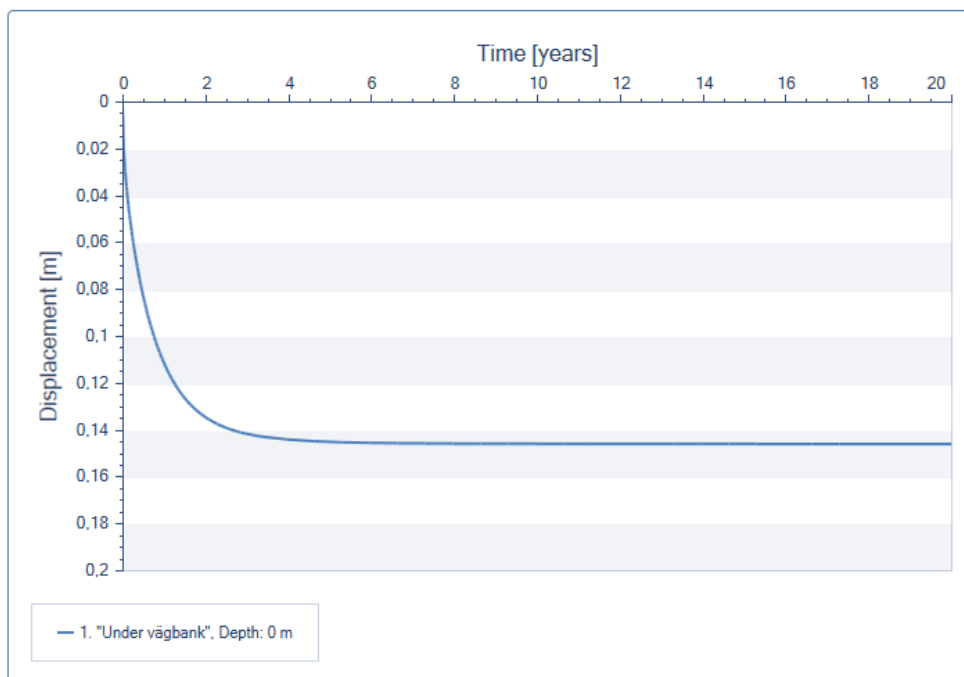
Detta medför en begränsning i detaljplanen gällande markpåkänning. Acceptabelt marktryck utmed nya infartsvägen ska vara maximalt 40 kPa, dvs motsvarande en fyllnadshöjd på 2,0 m ovan naturlig mark.

7.2.6 Sättningar

Sättningsberäkning har utförts i GS Settlement version 24.0.6.0. Beräkning har utförts med en antagen ny vägbank på 1m och utbredning på 7x20 meter. En punkt mitt under vägbanken har då analyserats. Beräkningen finns redovisad i bilaga 3.

Det kan förväntas sättningar på ca 15 centimeter vid utläggning av nya väggroppen. 50% av sättningen tas ut under 3-månader och 90% tas ut på 1,5 år.

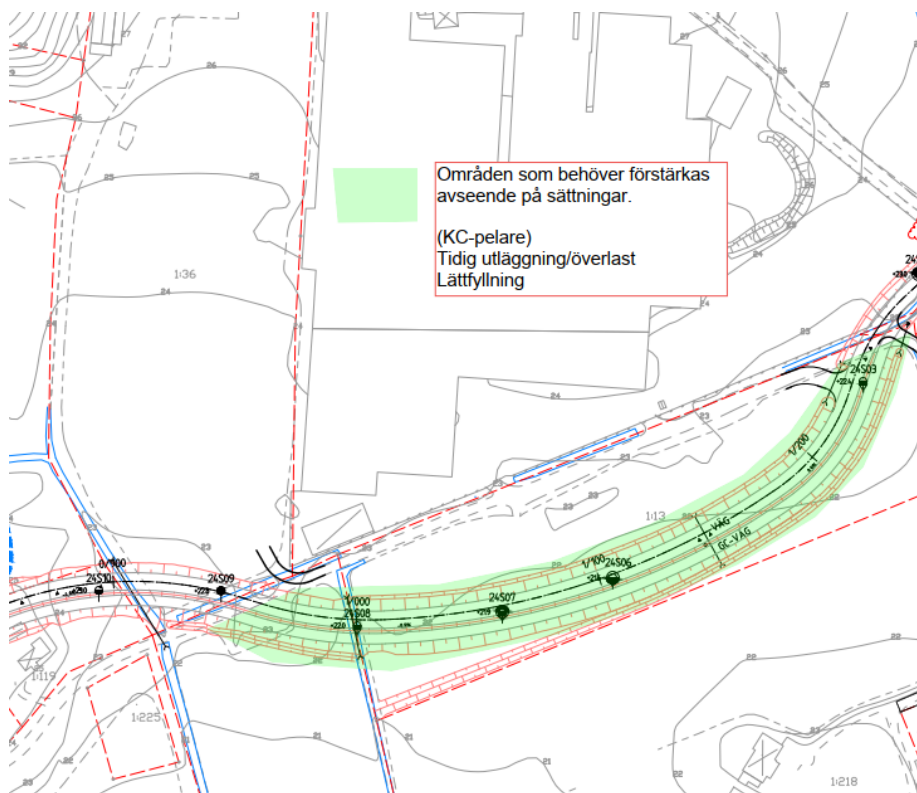
Det finns dock viss risk för framtida krypsättningar. Detta har ej beaktas i detta detaljplaneskede.



Figur 5. Förväntade sättningar vid 1,0 m vägbank samt tillhörande tidsaspekt.

7.2.7 Rekommendationer

Förstärkningsåtgärder erfordras för att hantera framtida sättningar. De förstärkningsalternativ som bedöms vara aktuella är KC-pelare, tidig utläggning med överlast samt lättfyllning.



Figur 6. Område som erfordrar förstärkning avseende sättningsproblematik.

Om tid finns är överlast och tidig utläggning det ekonomiskt- och klimatomkostligt lämpliga alternativet. Massor läggs då ut utmed hela nya vägområdet med ett utstick på 1 meter utanför vägbank. Genom att lägga upp 2meter fyllning (dvs mer massor än vad som slutligen ska ligga på plats) kan då förväntad sättning tas ut inom ca 6 månader. Sättningsutveckling följs upp genom mätning med installerade peglar. När förväntad storlek på sättningar (ca 15-20cm) tagits ut kan massor börja lastas av och justering av väg kan påbörjas. Forcering av sättningsutveckling kan utföras med vertikaldränning.

Överlast och vertikaldränningar är delar som bör detaljstuderas i nästa projekteringsstadium. Det bör då också kontrolleras hur VA-schakterna ska utföras när beslut om förstärkningsåtgärd tagits. Vid överlast kommer VA-schakterna bli djupare och eventuellt måste överlasten tas bort i sin helhet för att säkerställa schaktslänterna.

Finns inte den bedömda tiden tillgänglig är KC-pelarförstärkning eller lättfyllning att rekommendera.

Då ledningar ska läggas under vägbanken är det viktigt att sättningsproblematiken hanteras och beaktas vid framtida projektering.

7.3 Delsträcka km 1/250-1/360

7.3.1 Vägförslag

Vägens planerade vägytan ligger ca 0,5 m över befintlig mark vilket innebär att mindre uppfyllnader krävs för ny gata.

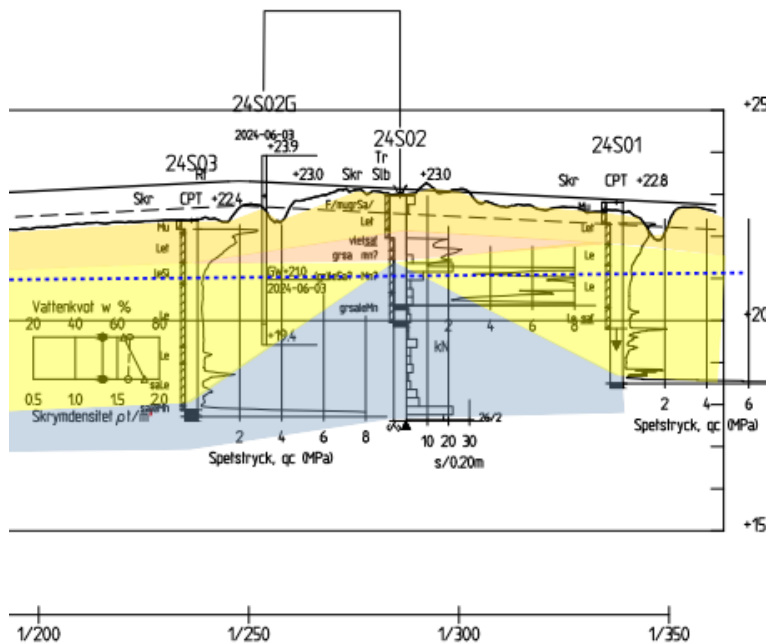
Befintliga marknivåer varierar mellan +23,0 och +22,8.

Den planerade gatan går här intill befintliga byggnader samt befintlig väg.

Nya VA-ledningar ligger här djupare än övriga sträckor, bedömt ca 2,5-3 meter under befintlig markyta. Ledningar kopplas sedan på befintligt när strax öster om området.

7.3.2 Geotekniska förhållanden

Inom denna delsträcka utgörs jorden överst av fyllning som vilar på naturligt lagrade finsediment och morän.



Figur 7. Tolkad geoteknik utmed delsträckan.

Fyllningens vars tjocklek är begränsad till cirka 0,5 meter består i huvudsak av grus, sand och silt med inslag av mulljord.

Lerans tjocklek varierar mellan 3 och 4 m. Leran bedöms till övervägande del vara lös med låg odränerad skjuvhållfasthet. Vid sektion 1/300 är dock leran fastare och har mindre tjocklek.

Grundvattennivån längs sträckan kan förväntas ligga på +21,0 dvs cirka 1,5-2,0 meter under markytan.

7.3.3 Geotekniska parametrar

Jordens materialegenskaper har utvärderats från utförda undersökningar samt laboratorieundersökningar. Valda värden har sammanställts i tabell 3.

Tabell 3 Valda värden för materialegenskaper

Material (materialtyp/tjäfarlighetsklass)	Friktionsvinkel φ'_{valt} [°]	Odränerad skjuvhållfasthet C_u c_u [kPa]	E-Modul [MPa]	Modul (M_L) (kPa)	Tunghet $\gamma'_{\text{valt}} / \gamma'_{\text{valt}}$ [kN/m ³]
Silt/Torrskorpelera	30	30	3		
Lera (4B/3)	30	15	2	520 ^{*)}	17/7
Friktionsjord (morän) (4A/3)	36		25	-	20/11

^{*)} Härrör från tidigare utförda CRS-försök i borrhål 24S06

7.3.4 Rekommendationer

Då vägbanken är här något lägre samt att området har något bättre egenskaper på leran än tidigare delsträcka har ingen separat stabilitetsberäkning utförts. Med ledning från tidigare sträcka kan man ändå avgöra att ingen stabilitetsrisk för vägbanken föreligger.

Vid schakt för ledningar kan dessa utföras till 3 meters djup i släntlutning 1:1 under förutsättning att släntkrön ej belastas inom 3 meter. Kan dessa krav ej uppfyllas pga utrymmesskäl alternativt om schakten måste utföras djupare erfordras sannolikt temporära stödkonstruktioner.

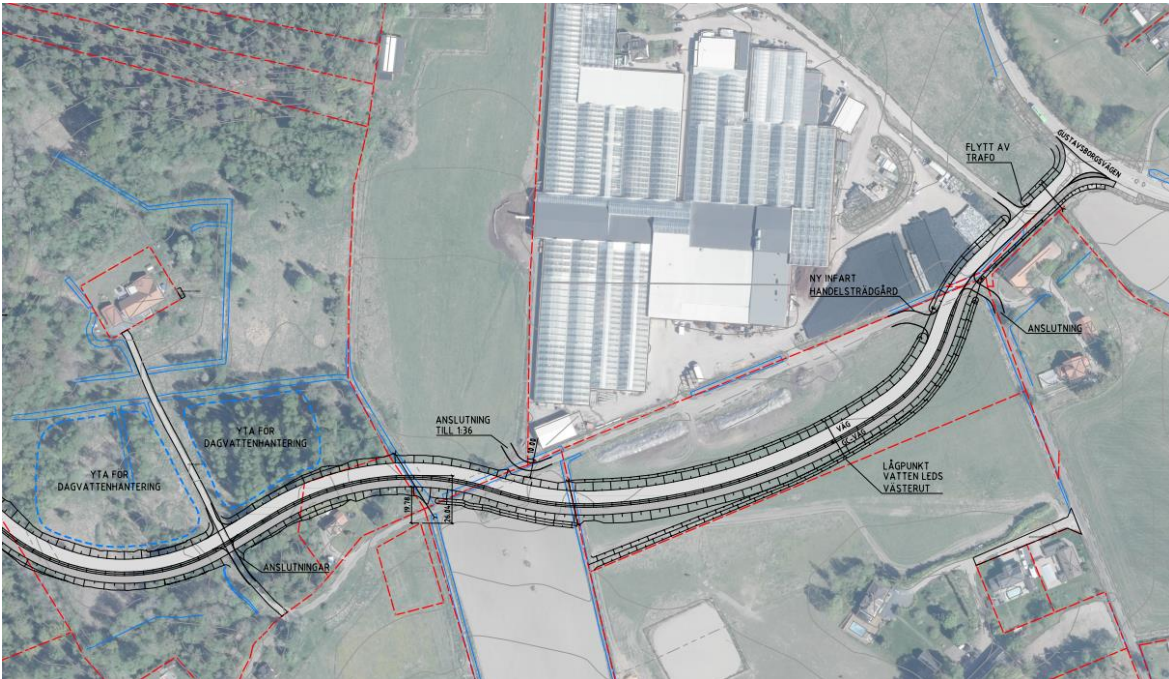
Vid djupare schakter ska bottenuppressning beaktas vilket kan medföra att grundvattensänkningar erfordras.

Sättningarna utmed denna del kommer sannolikt bli något lägre än tidigare delsträcka. Det rekommenderas ändå att överlast även utförs utmed denna delsträcka för att minimera risken för framtida sättningar på de ledningar som planeras.

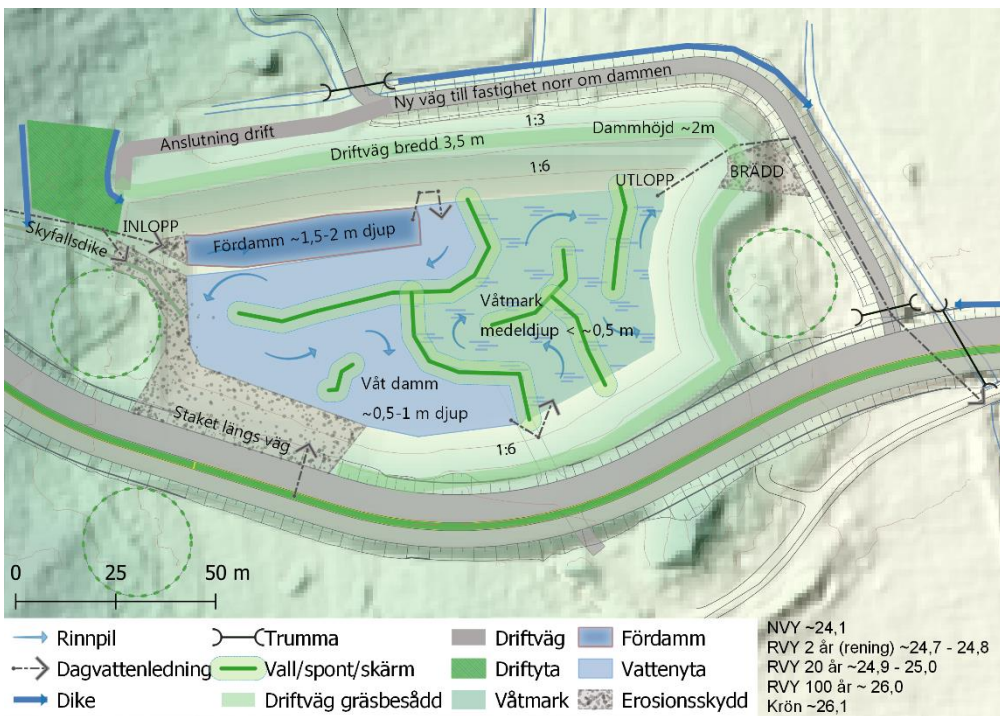
7.4 Dagvattenhantering - dammlägen

7.4.1 Förslag

Strax norr om planerad sträckning planeras två området där dagvattendammar ska anläggas. Dessa ska fungera som fördröjningsmagasin för området. Damarna blir som djupast 2 meter med flacka slänter (1:6) mellan driftväg och dammar.



Figur 8. Översikt av vägsträckningen där dagvattenhanteringen syns till vänster i bild.

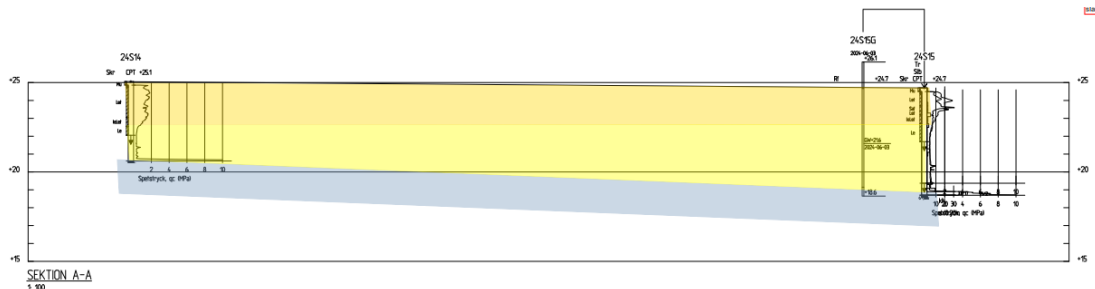


Figur 9. Förslag på utformning av dagvattendammarna enligt PM Dagvatten, Sitowise 2024-10-14.

7.4.2 Geotekniska förhållanden

Inom dessa område skiljer sig de geotekniska förhållandena något. I den västra ytan påträffas 2 meter torrskorpelera med inslag av sandskikt. Torrskorpelera underlagras av en lösare lera vars mäktighet är 2-3 meter innan morän påträffas.

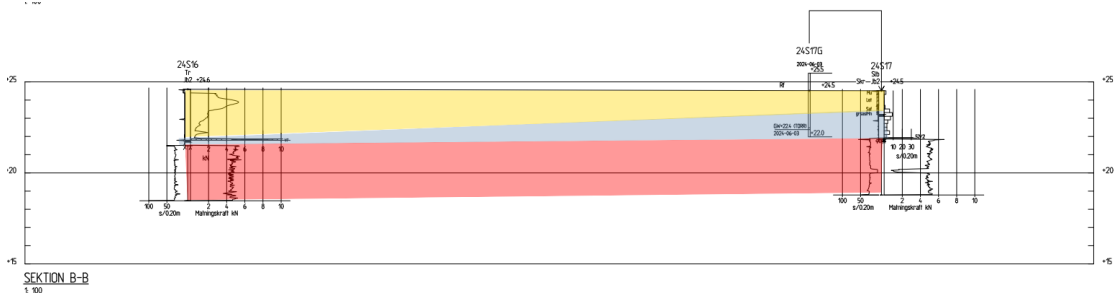
Grundvattennivån ligger på +21,6 vilket är cirka 3 meter under markytan.



Figur 10. Geotekniska förhållanden vid västra dagvattenhanteringsytan. Lera i gult och morän i blått.

Vid den östra ytan förekommer ett 1-2 meter tjockt lager med torrskorpelera som vilar ovan 0,2-1,2 meter morän. Berg har sedan lokaliserats på 2,5-3,2 meters djup.

Grundvattenytan i detta område kan förväntas vara likt det närliggande området på +21,6. Installerat grundvattenrör har varit torrt till 2,6 meters djup (+21,98).



Figur 11. Geotekniska förhållanden vid östra ytan för dagvattenhantering.

7.4.3 Geotekniska parametrar

Jordens materialegenskaper har utvärderats från utförda undersökningar och laboratorieundersökningar. Valda värden har sammanställts i tabell 4.

Tabell 4 Valda värden för materialegenskaper

Material (materialtyp/tjärfarlighetsklass)	Friktionsvinkel φ_{valt} [°]	Odränerad skjuvhållfasthet C_u vä [kPa]	E-Modul [MPa]	Modul (M_L) (kPa)	Tunghet $\gamma_{\text{valt}} / \gamma'_{\text{valt}}$ [kN/m ³]
Lera (torrskorpa)	30	50	4		17/7
Lera (5A/4)	30	17		520 ^{*)}	17/7
Friktionsjord (morän) (4A/3)	36		25	-	20/11

^{*)} Härrör från tidigare utförda CRS-försök i borrhål 24S06

7.4.4 Stabilitetsberäkning dagvattendamm

En stabilitetsberäkning för utformning av dagvattendamm har utförts i sektion A-A på ritning G-10.1-01 i MUR. Denna sektion bedöms ha sämst geotekniska förhållanden. Se bilaga 5.

En trafiklast för driftväg har antagits till 20 kPa vilket får anses högt då det råder viss osäkerhet vilken typ av fordon som förväntas under driftskede. 20 kPa motsvarar full last för svenska vägar.

Dammarna är enligt underlag från dagvattenutredning relativt grunda men fördammen föreslås bli upp till 2 meter djup varför detta djup förutsatts i beräkning.

Slänter utformas enligt förslag i lutning 1:6.

Beräkningar visar på tillfredsställande resultat där säkerhetsfaktorn för odränerad analys ska överstiga $F_c=1,5$ i säkerhetsklass 2. Beräkningsresultat visar på $F_c = 2,65$.

7.4.5 Rekommendationer

Områdena bedöms lämpliga för dagvattenhantering ur en geoteknisk synvinkel. De täta lerjordarna fungerar bra som dämmande material vilket i kombination med relativt låga grundvattennivåer gör att dammarna bör kunna ha en god effekt i området.

Det ska beaktas att en del sandinslag finns i de övre delarna av torrskorpeleran vilket kan vara erosionskänsligt vid vattenflöden. Det rekommenderas att slänterna för dammarna flackas ut i minst 1:3 och förses med något typ av erosionskydd.

Infiltrationsmöjligheterna i dammen är mycket begränsade då leran är tät. Någon form av breddning ut från dammarna erfordras.

8 Kompletterande undersökningar

I nästkommande skede kan det bli aktuellt med kompletterande undersökningar beroende på slutgiltig utformning.

Det kan tex bli aktuellt att undersöka bergnivåer samt kompletterande undersökningar på leran beroende på om temporära stödkonstruktioner erfordras utmed delar av sträckan.

Det rekommenderas att geoteknisk sakkunnig finns med i kommande projekteringskede.

9 Sammanfattning

Området består av relativt fast torrskorpelera utmed de högre belägna partierna och lös lera utmed åkermarken. Lerans mäktighet är cirka 4 meter utmed partierna där leran är som lösast.

Grundvattennivån inom området varierar mellan 1-3 meter under markytan.

Delar av sträckningen kommer att erfordra förstärkningsåtgärder avseende sättningsproblematiken för nya vägen och dess tillhörande ledningar. Detta utförs förslagsvis genom överlast men även KC-pelare samt lättfyllning kan vara aktuella alternativ. Överlast är billigast och har lägst klimatavtryck men kräver tid och planering.

Om överlast väljs som alternativ får maximalt 2 meter överlast användas utmed tillfartsvägen med hänsyn till stabiliteten. Detta motsvarar ett marktryck på 40 kPa som ska begränsas i detaljplanen.

För djupare VA-schakter kan temporära stödkonstruktioner erfordras beroende på hur mycket utrymme som kan tillhandahållas samt vilka slutgiltiga djup ledningarna kommer ligga på. Detta gäller främst i områdets östra del. Detta kan vara spont eller spontkassetter.

I nästa projekteringskede ska en geoteknisk översikt utföras för att bedöma behovet av kompletterande geoteknik.