PM Geoteknik

Hammarö kommun

Vägplan Rudsvägen

Geoteknisk undersökning – Utredningsunderlag vägplan

Karlstad
2021-07-09

Vägplan Rudsvägen

Datum	2021-07-09
Uppdragsnummer	1320038232

	Charlotta Jonsson	
Jonas Ejner	David Erikson	Joakim Persson
Uppdragsledare	Handläggare	Granskare

Ramboll Sweden AB
Box 5343, Vädursgatan 6
402 27 Göteborg

Telefon 010-615 60 00
www.ramboll.se

Unr 1320038232 Organisationsnummer 556133-0506

Innehållsförteckning

1. Objekt och uppdrag 1
2. Översikt och delområden 1
3. Utförd undersökning 2
4. Styrande dokument 2
5. Projekteringsanvisningar 2
5.1 Val av geoteknisk kategori och säkerhetsklass 2
5.2 Last 3
5.3 Beräkningsprogram 3
5.4 Val av η-faktorer 3
5.5 Partialkoefficienter 3
5.6 Säkerhetsfaktor mot brott 4
6. Rudsvägen delsträcka 0/280–0/310, GC-väg Hallersrudsleden 4
6.1 GC-vägförslag 4
6.2 Befintliga förhållanden 4
6.3 Jordlagerförhållanden 4
6.4 Grundvattenförhållanden 4
6.5 Beräkningar 5
6.5.1 *Stabilitet* 5
6.5.2 *Sättningar* 5
6.6 Förstärkningsåtgärder 5
7. Rudsvägen delsträcka 1/700–1/760, GC-väg Hult 5
7.1 GC-vägförslag 5
7.2 Befintliga förhållanden 6
7.3 Jordlagerförhållanden 6
7.4 Grundvattenförhållanden 6
7.5 Beräkningar 6
7.5.1 Stabilitet 6
7.5.2 Materialparametrar karakteristiska värden 7
7.5.3 η-faktorer och dimensionerande värden 7
7.5.4 Grundvatten 8
7.5.5 Analyser 8
7.5.6 Resultat 8
7.5.7 Sättningar 8
7.6 Förstärkningsåtgärder 9

https://ramboll.sharepoint.com/sites/karlstadgeoteknik/shared documents/hammarö vp/pm.docx

8. Rudsvägen delsträcka 2/800–2/860, GC-väg och väg Geterud 9
8.1 GC- och vägförslag 9
8.2 Befintliga förhållanden 9
8.3 Jordlagerförhållanden 9
8.4 Grundvattenförhållanden 10
8.5 Förstärkningsåtgärder 10
9. Rudsvägen delsträcka 3/830–8/880 GC-väg Toverud 10
9.1 GC-vägförslag 10
9.2 Befintliga förhållanden 10
9.3 Jordlagerförhållanden 10
9.4 Grundvattenförhållanden 11
9.5 Beräkningar 11
9.5.1 *Stabilitet* 11
9.5.2 *Sättningar* 11
9.6 Förstärkningsåtgärder 11
10. Lindenäsvägen delsträcka 0/160–0/260 väg Östanås 11
10.1 Vägförslag 11
10.2 Befintliga förhållanden 11
10.3 Jordlagerförhållanden 11
10.4 Grundvattenförhållanden 12
10.5 Förstärkningsåtgärder 12

Bilagor

A Stabilitetsanalys delsträcka Hult (utskrifter från Slope/W)

https://ramboll.sharepoint.com/sites/karlstadgeoteknik/shared documents/hammaro vp/pm.docx

1. Objekt och uppdrag

På uppdrag av Hammarö Kommun har Ramboll Sweden AB genomfört en geoteknisk undersökning med syfte att utreda jordlager och grundvattenförhållanden och därmed ge de geotekniska förutsättningarna för delar av planerad ny väg och gång- och cykelväg på östra Hammarö. Detta dokument kompletterar tidigare levererad handling ”*Bilaga Översiktliga jordart- och jorddjupsförhållanden, 2020-03-11*”.

Denna handling avser geoteknisk undersökning för vägplan. Aktuell undersökning omfattar fem delområden där GC-vägen korsar eller ansluter till väg, går på bank samt sträckning för ny bilväg.

2. Översikt och delområden

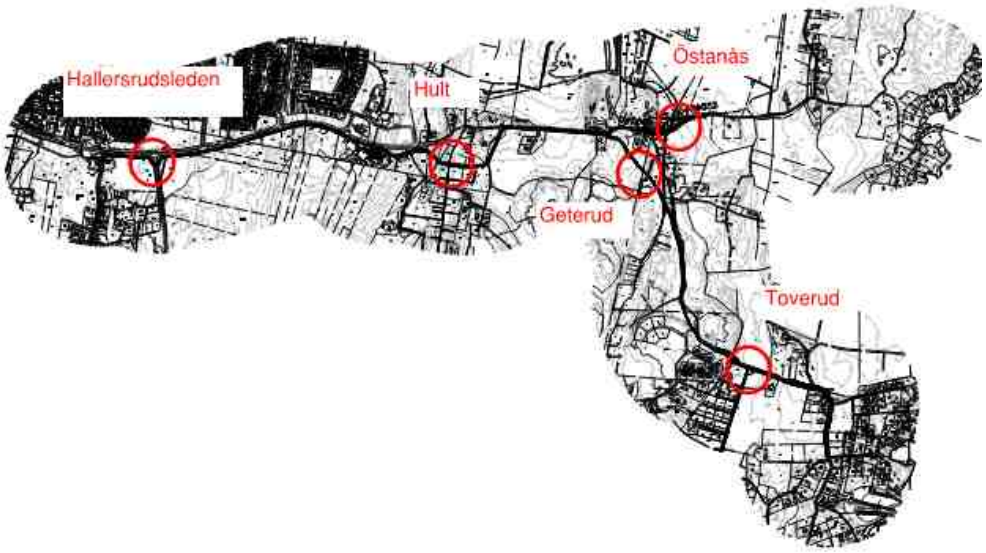
Hammarö kommun planerar en ny GC-väg nära och utmed väg 561 (Rudsvägen) från Hallersrudsvägen (väster om Hallersrudsleden) till Rud respektive Lindenäs, Hammarö. På vissa delsträckor planeras även ny bilväg.

Planerad sträckning framgår översiktligt av figur 1. Rudsvägens längdmätning startar vid Hallersrudsvägen (i väst) och slutar vid Rud i sydöst. Lindenäsvägens längdmätning startar vid Östanås (Rudsvägens längdmätning 2/550) och slutar i Lindenäs i öst.

De fem undersökta delområdena är

- Hallersrudsleden
- Hult
- Geterud
- Toverud
- Östanås

https://ramboll.sharepoint.com/sites/karlstadgeoteknik/shared documents/hammarö vp/pm.docx



Figur 1 Översiktskarta med undersökta områden markerade med röd ring.

3. Utförd undersökning

Geoteknisk fältundersökning utfördes i april 2021 och redovisas i till denna handling hörande Markteknisk undersökningsrapport (MUR/Geo) daterad 2021-07-09. Aktuellt koordinat- och höjdsystem är SWEREF99 1330 respektive RH2000.

4. Styrande dokument

Följande styrande dokument har följts vid projektering:

- TK Geo 13 ver. 2.0 daterad 2016-02-29
- IEG 4:2010, Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar
- IEG 6:2008, Slänter och bankar

5. Projekteringsanvisningar

5.1 Val av geoteknisk kategori och säkerhetsklass

Den geotekniska kategorin är vald till GK2 på grund av att de geotekniska förhållandena längs med sträckan inte motiverar en högre geoteknisk kategori.

https://ramboll.sharepoint.com/sites/karlstadgeoteknik/shared documents/hammarö vp/pm.docx

Säkerhetsklassen är generellt SK2. Vid SK2 gäller en partialsäkerhetsfaktor på F=1.

5.2 Last

Trafiklasten i beräkningar är vald från TK Geo 13 vers 2. Beräkningarna utförs med partialkoefficientsmetoden och karakteristiska ytlasten för väg är då 15 kPa. Ytlasten ska antas verka på hela vägens bredd. Lasten blir 19.1 kPa vid en SK2 beräkning.

Trafiklast om 5 kPa appliceras på GC-väg (kapitel 4.3.1 TK Geo 13) och behandlas som variabel last.

Jordmaterialets egentyngd behandlas som geoteknisk last.

5.3 Beräkningsprogram

För beräkningar har Geostudio 2020 Geostudio 2020 Slope/W (version 10.2.19666) och beräkningsmetoden Morgenstern-Price. Beräkningarna har utförts med partialkoefficientmetoden. Slope/W har beräknat glidytor med lamellmetoden.

5.4 Val av **η**-faktorer

Utvärdering och val η-faktorer görs för respektive vägsträcka där stabilitetsberäkningar har gjorts för att kontrollera stabiliteten innan och efter planerat vägförslag. Riktlinjer för val av delfaktorer vid släntstabilitetsberäkningar ges i IEG Rapport 6:2008.

5.5 Partialkoefficienter

Partialkoefficienter väljs enligt IEG Rapport 6:2008, rev 1.
Partialkoefficienter och beräkning av dimensionerande värde för aktuella jordegenskaper anges i Tabell 1.

Tabell 1, Partialkoefficienter för jordparametrar för bankar och slänter.

Jordparameter	Partialkoefficient	Dimensionerande jordparameter
Tunghet, γk	γγ=1,0	γd = γk / γγ
Odränerad skjuvhållfasthet, cuk	γcu=1,5	cud = cuk / γcu
Effektiv kohesion, c'k	γc'=1,3	c'd = c'k / γc'
Friktionsvinkel, φ'k	γφ'=1,3	φ'd = arctan(tan φ'k) / γφ'

https://ramboll.sharepoint.com/sites/karlstadgeoteknik/shared documents/hammarö vp/pm.docx

5.6 Säkerhetsfaktor mot brott

Vid säkerhetsklass 2 och partialkoefficientmetoden krävs en säkerhetsfaktor ≥1,0 för både kombinerad och odränerad analys för tillfredsställande stabilitetsförhållanden.

6. Rudsvägen delsträcka 0/280–0/310, GC-väg Hallersrudsleden

6.1 GC-vägförslag

Vid korsning av Hallersrudsleden planeras en port för GC-vägen under Hallersrudsleden. Grundläggningsnivån för porten är cirka 5m under markytan. Ca 200m före och ca 250m efter porten planeras GC-vägen i skärning.

6.2 Befintliga förhållanden

I området går Hallersrudsleden vilken ansluter till Lövnäsleden i norr, båda vägarna går på låg bank. På båda sidor av Hallersrudsleden finns blandskog. Befintlig markyta varierar mellan ca +56,0 och +57,5 (RH 2000).

6.3 Jordlagerförhållanden

Överst påträffas c:a 0,3 á 0,6m mulljord och fyllning. Härunder påträffas torv med mäktighet 0,5 á 2,2m, där den större mäktigheten återfinns på västra sidan av Hallersrudsleden. Torven underlagras av c:a 1,6 á 2,6m siltig lera med en odränerad skjuvhållfasthet på c:a 15 kPa (ej korrigerad för konflytgräns) och lerig silt. I undersökningspunkt 21R04 (öster om Hallersrudsleden) återfinns i den siltiga leran ett andra torvskikt med mäktighet 0,3m och med överkant c:a 1,7 meter under markytan. Härunder påträffas 0,5 á 0,8 m medelfast lagrad lerig siltig sand på förmodat berg. I undersökningspunkt 21R04 påträffas c:a 0,8 m lerig sandmorän ovan berg.

Nu utförda sonderingar har drivits till stopp i fast friktionsjord, mot sten, block, eller mot förmodat berg på mellan 3,5 á 4,1 m. Ytterligare har djup till definitiv bergnivå bestämts till 5,3 á 5,5m under markytan i två punkter.

6.4 Grundvattenförhållanden

I grundvattenrör har grundvattennivå uppmätts till 0,8 á 1,3 meter under markytan. Grundvattennivån ska förväntas variera med årstid och nederbörd.

Tabell 2 Grundvattenrör 21R04GW vid planerad GC-port Hallersrudsleden

Mätning (datum)	Grundvattennivå (djup)	Grundvattennivå (nivå)
2021-04-14	0,8	+56,1
2021-05-07	1,3	+55,6
2021-05-18	1,0	+55,9

Fri vattenyta i skruvprovtagningshål som indikation på grundvattennivå observerades 1,6 á 2,0 meter under markytan vid tillfället för fältundersökning.

https://ramboll.sharepoint.com/sites/karlstadgeoteknik/shared documents/hammarö vp/pm.docx

6.5 Beräkningar

6.5.1 *Stabilitet*

En översiktlig bedömning av stabiliteten för permanentskede visar att skärningen invid porten (sektion 0/280) kan utformas enligt förslag med släntlutning 1:2 förutsatt att grundvattenytan sänks till under terrassnivån.

Stabilitet i samband med schakt och uppfyllnad ska kontrolleras inför utförande.

6.5.2 *Sättningar*

Grundläggning av GC-port bedöms utföras på berg, friktionsjord eller morän. Risk för sättning bedöms till försumbar. Risk för differentialsättningar bör beaktas om delar av bottenplattan utförs på berg och delar på morän. Detta kan åtgärdas med djupsprängning av berg.

Torvskikt med begränsad mäktighet har påträffats i sonderingspunkterna vid Hallersrudsleden. Torv är mycket sättningsbenägen vid tillskottslaser och förbelastning kan utföras för att ta ut en stor del av sättningarna innan uppförande av GC-väg. På delsträckorna ca 0/080–0/175 och ca 0/450 - 0/550 kommer terrassen att gå ovan bedömt torvskikt och förbelastning är fördelaktigt. Storlek på förbelastning och bedömd liggtid behöver detaljprojekteras men generellt är liggtiden minst 6 månader. Efter förbelastning bör geonät (av typen triax) läggas ut på terrassen för att resterande sättningar ska utvecklas jämt över vägen.

6.6 Förstärkningsåtgärder

Skärningsslänt behöver erosionskyddas med 0,3 m krossmaterial.

För att minimera risk för sättningar rekommenderas att där GC-väg går över torvområden, att här förbelasta marken i syfte att ta ut dessa sättningar innan anläggning. Det är en relativt billig metod men den kräver lång liggtid. Geonät används för att resterande sättningar efter förbelastning ska utvecklas jämt.

Antingen behöver grundvattennivån sänkas permanent knappt 5 m vilket bedöms mycket svårgenomförbart, alternativt utförs port och skärning i tät konstruktion (exempelvis tråg) för att vatten i form av nederbörd och eventuellt inläckande grundvatten ska kunna pumpas bort. Lämplig lösning bör bestämmas efter en kompletterande hydrogeologisk utredning.

7. Rudsvägen delsträcka 1/700–1/760, GC-väg Hult

7.1 GC-vägförslag

Vid området Hult planeras GC-vägen anläggas på bank, med maximal höjd 1,4m. Befintligt dike kommer då att korsas.

https://ramboll.sharepoint.com/sites/karlstadgeoteknik/shared documents/hammarö vp/pm.docx

7.2 Befintliga förhållanden

Den planerade sträckningen går igenom en svacka där befintliga marknivåer varierar mellan +52,3 och +49,3. Marknivån ligger högre på både före och efter undersökt delområde. Den planerade sträckningen går i skogsmark och korsar ett dike. Området är vattensankt

7.3 Jordlagerförhållanden

Överst påträffas mulljord med mäktighet 0,3 á 0,4m. Den underlagras av ett lager lerig siltig sand med mäktighet 1,1 á 1,2m. Under sanden påträffas siltig lera med mäktighet på 5,8 á 8,6m. Leran underlagras av ett skikt av friktionsjord med mäktighet mellan 0,4 á 1,3m. Sonderingsstopp fås på djupet 7,7 till 11,4m under markytan mot block, berg eller fast lagrad friktionsjord.

Den lerig siltiga sanden bedöms vara löst till medelfast lagrad. Den siltiga leran är grå till färgen, vattenkvot mellan 35 - 39% och konflytgräns 41 - 44%. Den odränerade skjuvhållfastheten är utvärderad till 12kPa ner till djupet 6m, därefter öka linjärt till 20kPa vid 8m. Därefter konstant odränerad skjuvhållfasthet ner till friktionsjorden. Friktionsjorden är medel fastlagrad och har en inre friktionsvinkel på 36 grader.

7.4 Grundvattenförhållanden

I grundvattenrör observerades artesiskt grundvatten med grundvattennivå 0,8 till 1,0m över markytan. Grundvattenrörets överkant är 1,0m över markytan, vilket innebär att grundvattennivån kan ha varit högre vid avläsningen 2021-05-18. Grundvattennivån förväntas variera med årstid och nederbörd.

Tabell 3 Grundvattenrör 21R07GW Hult

Mätning (datum)	Grundvattennivå (djup)	Grundvattennivå (nivå)
2021-04-14	0,8 m över markytan	+50,1
2021-05-07	0,8 m över markytan	+50,1
2021-05-18	1,0m över markytan (obs - i överkant rör)	+50,3

Vid provtagningstillfället observerades fri vattenyta som indikation på grundvattennivå i skruvprovtagningshål på 0,2 á 0,3 m under markytan.

7.5 Beräkningar

7.5.1 Stabilitet

I delområde Hult planeras GC-vägen byggas på bank, stabiliteten har kontrollerats i sektion 1/720

I sektion 1/720 är planerad bankhöjd 1,4m över befintlig markyta. I tidigare förslagshandling planerades bank med höjden 3,2m, även denna geometri har utretts. Förslaget med den högre bankhöjden är inte längre aktuellt.

https://ramboll.sharepoint.com/sites/karlstadgeoteknik/shared documents/hammarö vp/pm.docx

7.5.2 Materialparametrar karakteristiska värden

Materialparametrar utvärderade från sonderingar samt empiriska värden från TK Geo 13 och redovisas i Tabell 4. Lerans dränerade hållfasthet uppskattas empiriskt enligt 5.2.2.6.2 i TR Geo 13.

Tabell 4 Valda materialparametrar Hult

Jordart	Djup jordlager (c:a m u my)	Tunghet **γ** över gvy / Effektiv tunghet **γ'** under gvy (kN/m³)	Inre friktionsvinkel **φ** (°)	Odränerad sjukhållfasthet (kPa)	Effektiv friktionsvinkel (°) vid kombinerad analys	Kohesionsintercept (kPa) vid kombinerad analys
Vägbank (friktionsjord packad enlig AMA)	-	20/13	40	-	-	-
Organisk jord	m.y. - 0,4	17/7	20	-	-	-
Lerig siltig sand	0,4-1,5	18/10	27	-	-	-
Siltig lera (1)	1,5-6m	17/7	-	11	30	1,1
Siltig lera (2)	6-9	17/7	-	11+2,3kPa/m från djup 6m	30	1,1–1,8
Siltig lera (3)	9-10	17/7	-	18	30	1,8
Friktionsjord	-11,5	20/12	36	-	-	-

7.5.3 **η**-faktorer och dimensionerande värden

Vid Hult har $\eta_{1,2}$ valts till 0,95 för friktionsjord och lera. För η_3 har 0,95 valts för friktionsjord och 1,0 för lera. För $\eta_{4,5,6,7}$ har 1 valts för samtliga material. Sand och bankfyllnadsmaterial är valda utifrån empiriska karakteristika värden i TR Geo 13. I beräkningsprogrammet anges karakteristiska värden, reduktion med fast partialkoefficient sker i programmet.

Tabell 5 Karakteristiska och dimensionerande värden, Hult.

Jordmaterial	Karakteristiska värden	Dimensionerande värden	Tunghet /effektiv tunghet
Vägbank	Dränerad $\varphi' = 40^{o}$	Dränerad $\varphi' = 32,8^{o}$	20/13
Lerig siltig sand	Dränerad $\varphi' = 27^{o}$	Dränerad $\varphi' = 21,4^{o}$	18/10
Lera (1)	Odränerad $c_u = 10,5$ kPa	Odränerad $c_u = 7,0$ kPa	17/7
Lera (2)	Odränerad $c_u = 10,5+2,2$ kPa/m	Odränerad $c_u = 7,0+1,5$ kPa/m	17/7

https://ramboll.sharepoint.com/sites/karlstadgeoteknik/shared documents/hammarö vp/pm.docx

Lera (3)	Odränerad c_u=17,1 kPa	Odränerad c_u=11,4 kPa	17/7
Friktionsjord	Dränerad φ'=32,4°	Dränerad φ'=26,1°	20/12

7.5.4 Grundvatten

Mätningar i grundvattenrör påvisar artesiskt grundvatten på djupet 11,5m under markytan med trycket 12,5 meter vattenpelare. 4m under markytan bedöms hydrostatiskt grundvattentryck råda, och grundvattennivån bedöms ligga i markytan.

7.5.5 Analyser

Odränerade och kombinerade analyser har genomförts.

7.5.6 Resultat

Resultat redovisas i Tabell 6. För geometri från gällande förslagshandling (2021-06-01) erhålls tillfredsställande säkerhetsfaktor. För geometri från tidigare förslagshandling erhölls inte detta och det alternativet hade krävt tryckbank, lättfyllnadsmaterial eller annan förstärkningsåtgärd för att erhålla tillfredsställande säkerhet mot brott. Utskrifter från stabilitetsanalys redovisas i bilaga A.

Tabell 6 Resultat (säkerhetsfaktor) av stabilitetsanalys Hult

Bank-höjd	Kommentar	Bredd (bank och ev tryck-bank) m	Odränerad analys	Kombine-rad analys
1,4	Geometri från förslags-handling daterad 2021-06-01. Släntlutning 1:2	8,7	1,18	1,18
3,2m	Tidigare geometri (i väg-modell). Släntlutning 1:2	15,9	0,77	0,71
3,2m	Tryckbank 13,6m bred 1,0m hög (ovan bef. m.y.)	43,1	1,05	1,00

7.5.7 Sättningar

Vid belastning av marken finns risk för att sättningar uppkommer. Sättningarnas storlek är beroende av lastens intensitet, utbredning, varaktighet samt de finkorniga sedimentens sättningsegenskaper, tidigare belastningshistoria och mäktighet.

Beräkning för att ge en grov uppskattning av sättningarnas storlek har utförts utifrån empiriska samband från CPT-sonderingar och vingförsök. För en mer detaljerad bedömning av sättningarnas storlek och tidsförlopp krävs ostörd provtagning av leran och CRS eller ödometerförsök vid laboratorium.

https://ramboll.sharepoint.com/sites/karlstadgeoteknik/shared documents/hammarö vp/pm.docx

Vid en bankhöjd om 1,4m bedöms sättningarna bli i storleksordningen 0,1 - 0,2m (krypsättningar ej beaktat). Notera att ovanstående är att beakta som indikativt och för mer specifik uppskattning krävs provtagning, labbanalys samt reviderade beräkningar.

Största tillåtna sättning i en enskild sektion (≤0,4m för GC-väg) samt kravet om maximal sättningsskillnad i längdled (≤0,4m för GC-väg) bedöms uppfyllas[1].

7.6 Förstärkningsåtgärder

Inga förstärkningsåtgärder erfordras för aktuellt förslag.

Nu kontrollerad GC-väg är utformad utan diken. Översiktlig stabilitetskontroll visar att diken skulle försämra stabiliteten så att erforderlig säkerhetsfaktor ej uppnås. Om avvattning med diken på sidorna av GC-vägen krävs behöver stabiliteten utredas ytterligare alternativt så kan dränering anläggas. Det senare inverkar inte på stabiliteten.

8. Rudsvägen delsträcka 2/800–2/860, GC-väg och väg Geterud

8.1 GC- och vägförslag

Inom aktuellt område planeras GC-vägen gå på bank, som högst ca 2,5m. Ny bilväg planeras parallellt med GC-vägen.

8.2 Befintliga förhållanden

Aktuell sträcka går igenom område av åkermark och i sektion c:a 2/800 korsas ett dike. Marknivåer ligger mellan ca+50,1 och +51,4.

8.3 Jordlagerförhållanden

I området påträffas mulljord med mäktighet 0,3 m. I den västliga undersökningspunkten påträffas därefter siltig lera med torrskorpekaraktär med mäktighet 0,5m. Den underlagras av siltig lera med mäktighet 0,7 m med en vattenkvot på 24% samt konflytgräns på 30%.

I de övriga undersökningspunkterna påträffas siltig sand eller siltig sandmorän under mulljorden.

Nu utförda sonderingar har drivits till stopp i fast friktionsjord, mot sten, block, eller mot förmodat berg på mellan 1,1 á 2,0 m. Djup till definitiv bergnivå har inom ramen för uppdraget ej bestämts.

[1] TK Geo 13

8.4 Grundvattenförhållanden

I grundvattenrör har grundvattenytan uppmätts mellan 0,0 och 0,3m under markytan.

Tabell 7 Grundvattenrör 21R13GW Geterud

Mätning (datum)	Grundvattennivå (djup)	Grundvattennivå (nivå)
2021-04-14	0,3	+51,1
2021-05-07	0,0	+51,4
2021-05-18	0,0	+51,4

Vid provtagningstillfället observerades fri vattenyta som indikation på grundvattennivå i skruvprovtagningshål på 0,2 á 0,3 m under markytan.

Grundvattennivån ska förväntas variera med årstid och nederbörd.

8.5 Förstärkningsåtgärder

Inga förstärkningsåtgärder bedöms erfordras inom aktuell sträcka.

9. Rudsvägen delsträcka 3/830–8/880 GC-väg Toverud

9.1 GC-vägförslag

Utmed aktuell sträcka planeras GC-vägen c:a 5 m parallellt med och söder om befintlig bilväg. Nivån på planerad GC-väg är densamma som befintlig bilvägs vilket ger en bankhöjd på c:a 1m ovan befintlig markyta.

9.2 Befintliga förhållanden

Området utgörs av åkermark samt anslutning från väg 561 och lokalväg söderut. Befintlig marknivå är omkring +47. Väster om delområdet stiger marknivån kraftigt och berg i dagen framkommer.

9.3 Jordlagerförhållanden

Överst påträffas c:a 0,3m mulljord ovan 0,6 á 0,7m siltig lera med torrskorpekaraktär. Härunder påträffas siltig lera och lerig silt. Den siltiga leran har en odränerad skjuvhållfasthet på ca 15 kPa ner till ca 5,5m djup, därefter ökande med ca 2,3 kPa per meter med maximalt värde på 35kPa. Odränerade skjuvhållfastheten är korrigerad för konflytgräns ner till 3m djup. Härunder påträffas c:a 0,9 á 1,8 m friktionsjord. Vattenkvoten varierar mellan 33 och 57% och konflytgränsen mellan 56 och 53%.

Nu utförda sonderingar har drivits till stopp i fast friktionsjord, mot sten, block, eller mot förmodat berg på mellan 18,1 á 19,9 m. Djup till definitiv bergnivå har inom ramen för uppdraget ej bestämts.

https://ramboll.sharepoint.com/sites/karlstadgeoteknik/shared documents/hammarö vp/pm.docx

9.4 Grundvattenförhållanden

Vid provtagningstillfället observerades fri vattenyta i skruvprovtagningshål på 0,9–1,0m under markytan.

9.5 Beräkningar

9.5.1 *Stabilitet*

En översiktlig kontroll i sektion 3/840 visar att stabiliteten är god. Detta bedöms gälla för hela delsträckan.

9.5.2 *Sättningar*

Utifrån empiriska samband från CPT-sonderingen bedöms leran som svagt överkonsoliderad till överkonsoliderad, med överkonsolideringskvoten varierande 1,5 och 2. Lokalt nära markytan är överkonsolideringsgraden något större.

En översiktlig bedömning av sättningar har utförts för sektion 3/800 där bankhöjden för väg och GC-väg är 1,4m över markytan. Empiriska deformationsegenskaper från TK-Geo 13 5.2.2.3.2 för lera baserat på odränerad skjuvhållfasthet och plasticitet.

Med tillskottslaster från vägbank bedöms sättningarna vara i storleksordningen 0,1–0,2m (krypsättningar ej beaktade). Sättningarna bedöms ligga inom krav för sättning i enskild sektion och sättning i längdled i TK Geo (kap 3.2.1) för väg med referenshastighet 40-80km/h vilket innebär att åtgärd ej erfordras.

9.6 Förstärkningsåtgärder

Inga förstärkningsåtgärder bedöms erfordras inom aktuell sträcka.

10. Lindenäsvägen delsträcka 0/160–0/260 väg Östanås

10.1 Vägförslag

Vid sträcka 0/160–0/260 utmed Lindenäsvägen planeras ny sträckning av bilväg. Vägen planeras att gå i nivå och nära nivå med befintlig mark.

10.2 Befintliga förhållanden

Planerad vägsträckning går över ängsmark och hage. Befintligt dike korsas.

10.3 Jordlagerförhållanden

Överst påträffas 0,2 á 0,3m mulljord följt av sand med en mäktighet på 0,5 á 0,6m, sanden är löst till medelfast lagrad. Härunder påträffas siltig lera, överst med torrskorpekaraktär. Den siltiga lerans mäktighet varierar mellan 0,8 och 3,0m, där den större mäktigheten återfinns i sträckans östra del. Den siltiga leran har låg skjuvhållfasthet och uppmätt odränerad okorrigerad skjuvhållfasthet är 19 á 24 kPa enligt nu utförd CPT.

https://ramboll.sharepoint.com/sites/karlstadgeoteknik/shared documents/hammarö vp/pm.docx

Under den siltiga leran påträffas fast lagrat friktionsmaterial med mäktighet 0,3 á 0,6m. Nu utförda sonderingar har drivits till stopp i fast friktionsjord, mot sten, block, eller mot förmodat berg på mellan 1,8 á 4,1 m. Djup till definitiv bergnivå har inom ramen för uppdraget ej bestämts.

10.4 Grundvattenförhållanden

I grundvattenrör har grundvattennivån uppmätts 0,3 á 0,7m under markytan, se Tabell 8.

Tabell 8 Grundvattenrör 21R18GW Östanås

Mätning (datum)	Grundvattennivå (djup)	Grundvattennivå (nivå)
2021-04-14	0,3	+47,6
2021-05-07	0,7	+47,2
2021-05-18	0,3	+47,6

Fri vattenyta observerades i utförda skruvprovtagningshål c:a 0,3 á 0,8m under markytan.

Grundvattennivån ska förväntas variera med årstid och nederbörd.

10.5 Förstärkningsåtgärder

Inga förstärkningsåtgärder bedöms erfordras inom aktuell sträcka.

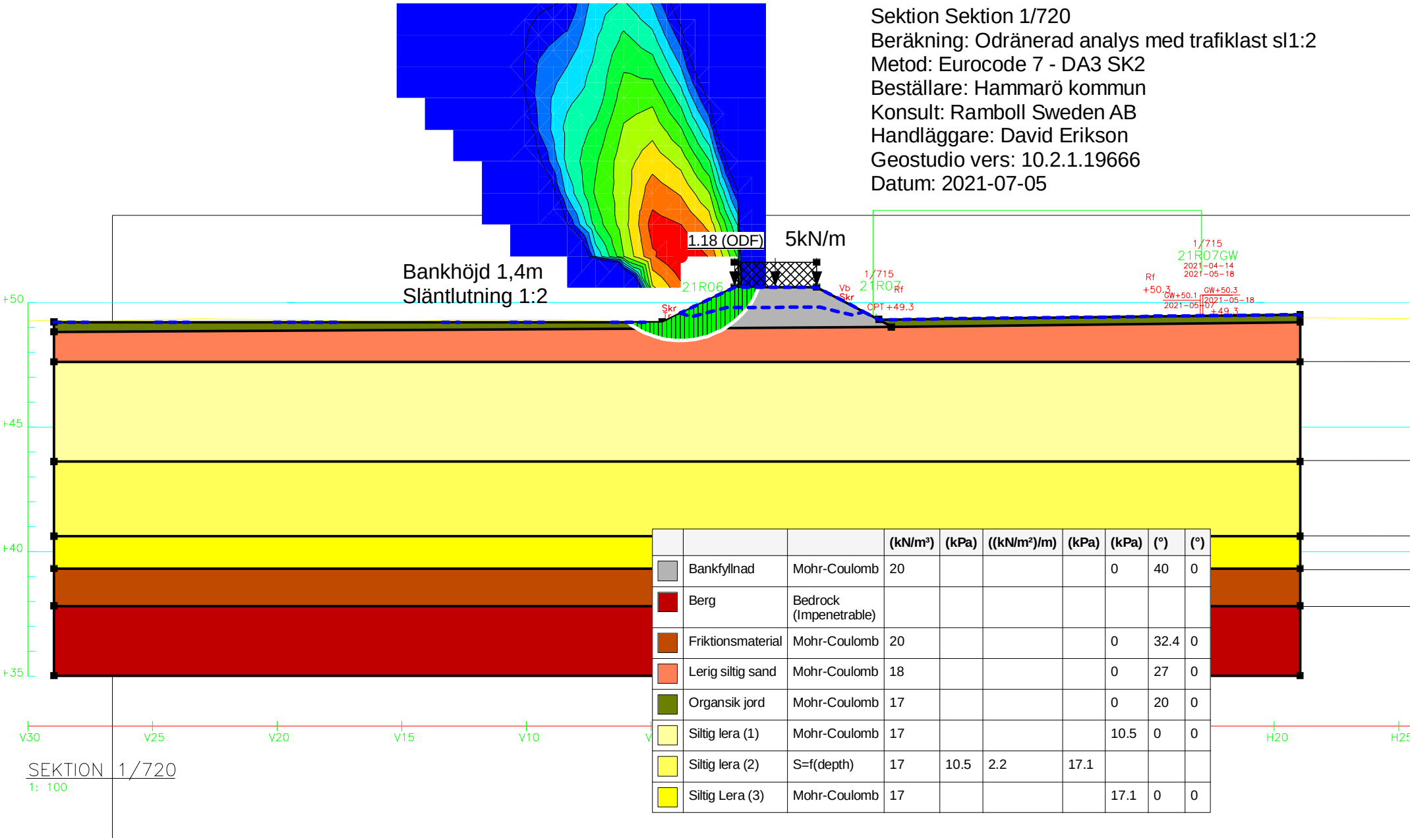
https://ramboll.sharepoint.com/sites/karlstadgeoteknik/shared documents/hammarö vp/pm.docx

BILAGA A

Stabilitetsanalyser Hult

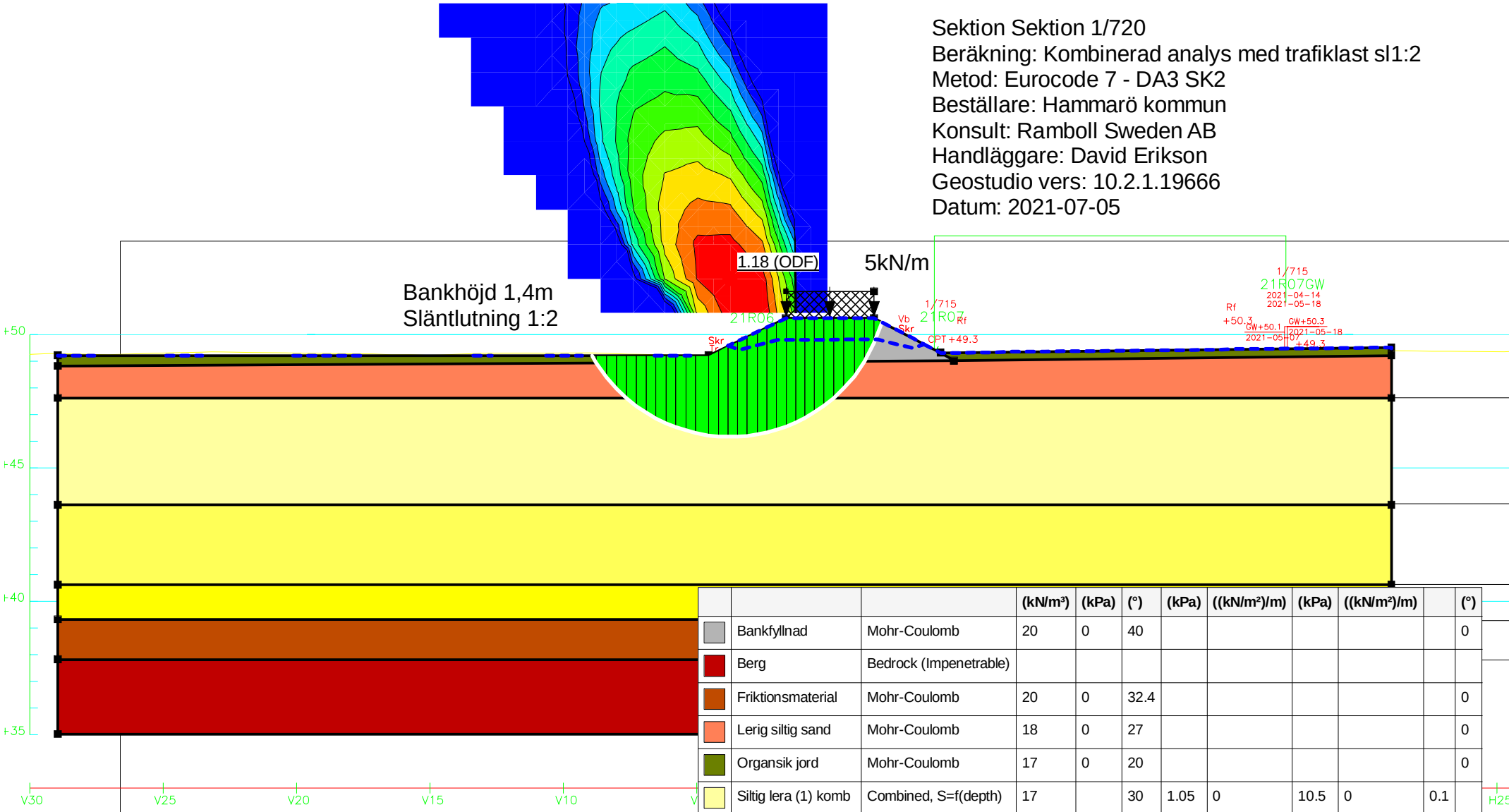
1,4m hög bank, odränerad 1
1,4m hög bank, kombinerad 2
3,2m hög bank, odränerad 3
3,2m hög bank, kombinerad 4
3,2 hög bank med tryckbank, odränerad 5
3,2 hög bank med tryckbank, kombinerad 6

Sektion Sektion 1/720
Beräkning: Odränerad analys med trafiklast sl1:2
Metod: Eurocode 7 - DA3 SK2
Beställare: Hammarö kommun
Konsult: Ramboll Sweden AB
Handläggare: David Erikson
Geostudio vers: 10.2.1.19666
Datum: 2021-07-05



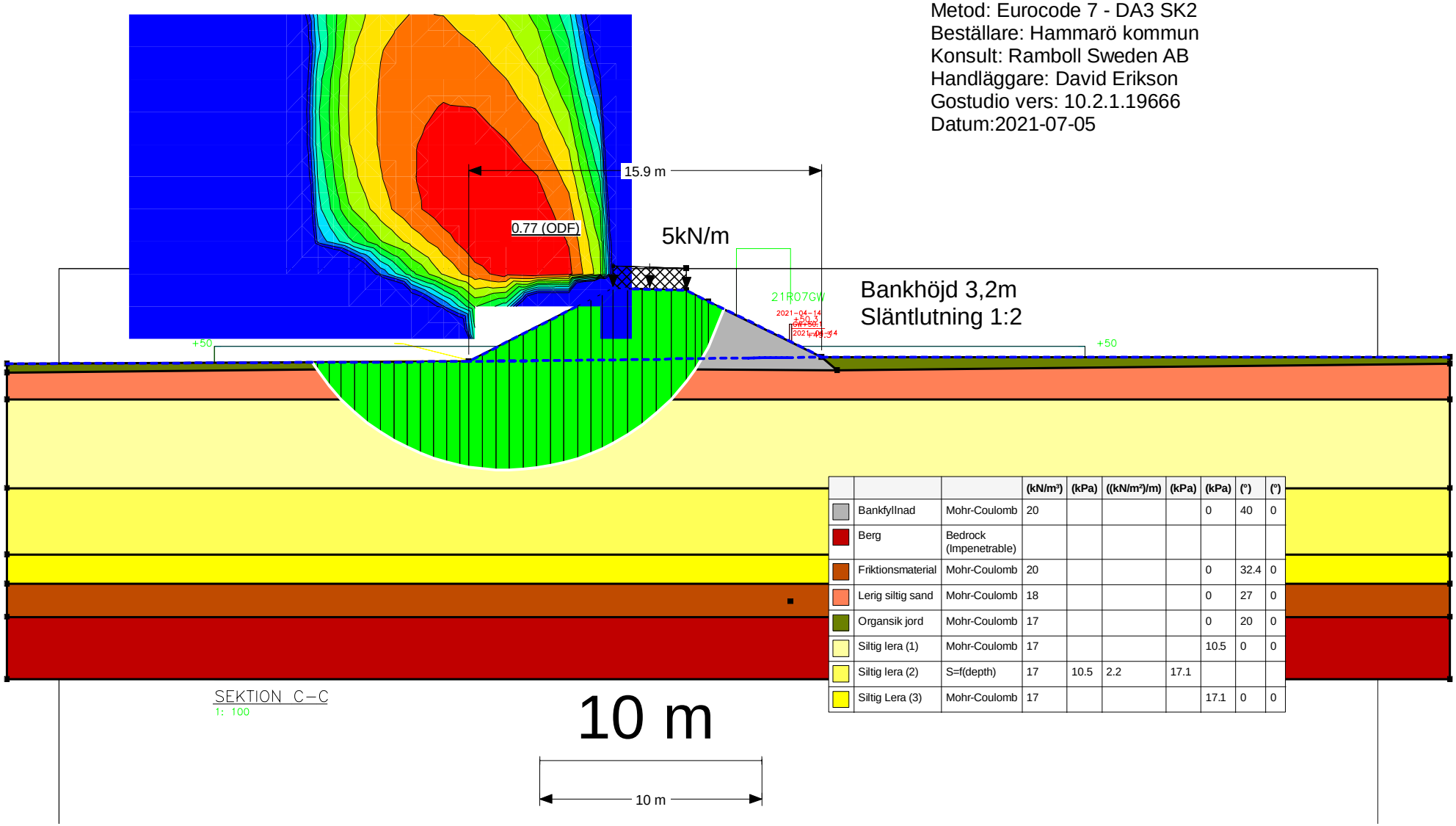
			(kN/m³)	(kPa)	((kN/m²)/m)	(kPa)	(kPa)	(°)	(°)
	Bankfyllnad	Mohr-Coulomb	20				0	40	0
	Berg	Bedrock (Impenetrable)							
	Friktionsmaterial	Mohr-Coulomb	20				0	32.4	0
	Lerig siltig sand	Mohr-Coulomb	18				0	27	0
	Organsik jord	Mohr-Coulomb	17				0	20	0
	Siltig lera (1)	Mohr-Coulomb	17				10.5	0	0
	Siltig lera (2)	S=f(depth)	17	10.5	2.2	17.1			
	Siltig Lera (3)	Mohr-Coulomb	17				17.1	0	0

Sektion Sektion 1/720
Beräkning: Kombinerad analys med trafiklast sl1:2
Metod: Eurocode 7 - DA3 SK2
Beställare: Hammarö kommun
Konsult: Ramboll Sweden AB
Handläggare: David Erikson
Geostudio vers: 10.2.1.19666
Datum: 2021-07-05



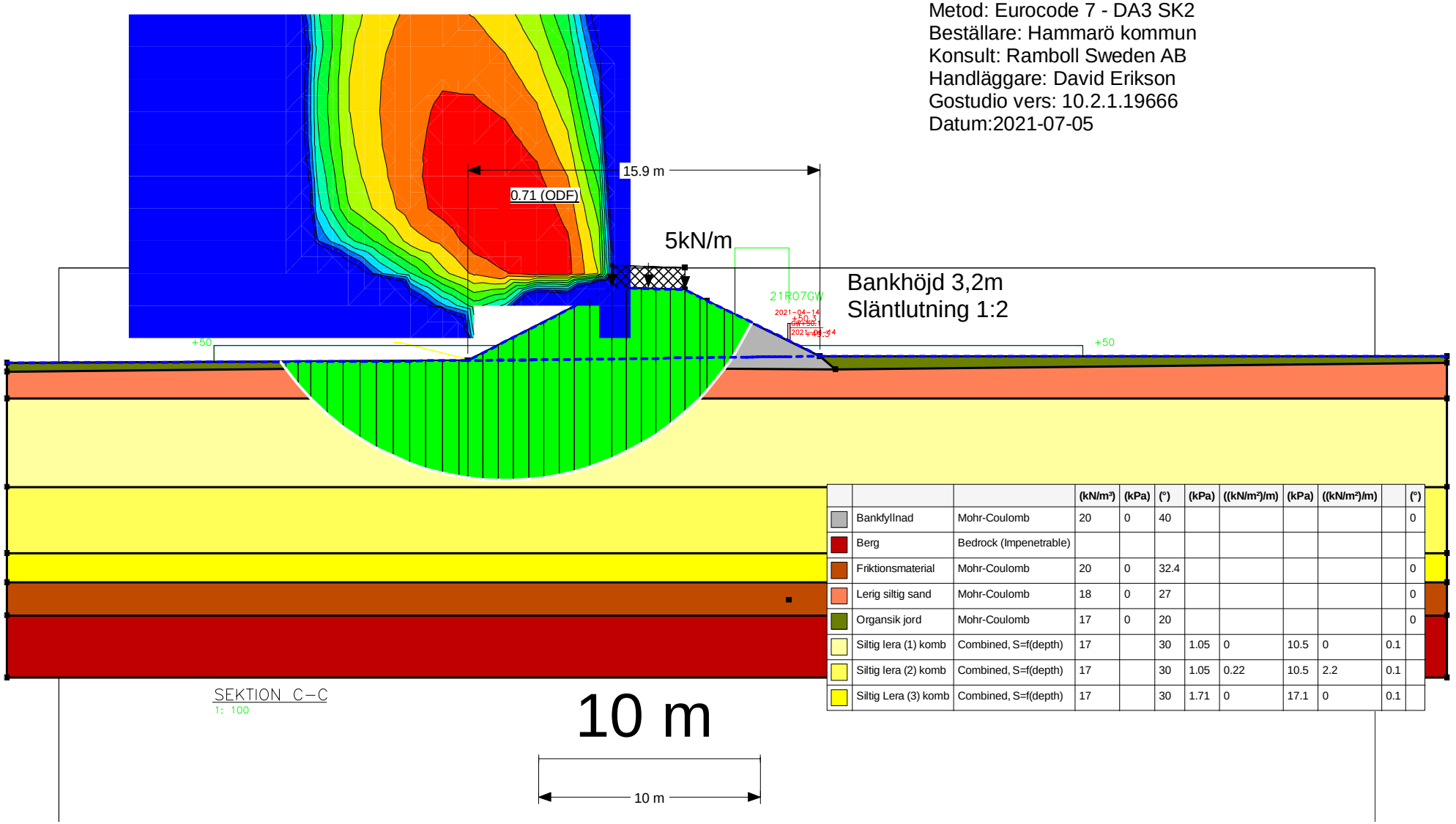
			(kN/m³)	(kPa)	(°)	(kPa)	((kN/m²)/m)	(kPa)	((kN/m²)/m)		(°)
	Bankfyllnad	Mohr-Coulomb	20	0	40						0
	Berg	Bedrock (Impenetrable)									
	Friktionsmaterial	Mohr-Coulomb	20	0	32.4						0
	Lerig siltig sand	Mohr-Coulomb	18	0	27						0
	Organsik jord	Mohr-Coulomb	17	0	20						0
	Siltig lera (1) komb	Combined, S=f(depth)	17		30	1.05	0	10.5	0	0.1	
	Siltig lera (2) komb	Combined, S=f(depth)	17		30	1.05	0.22	10.5	2.2	0.1	
	Siltig Lera (3) komb	Combined, S=f(depth)	17		30	1.71	0	17.1	0	0.1	

Sektion: 1/720
Beräkning: Odränerad analys med trafiklast sl1:2
Metod: Eurocode 7 - DA3 SK2
Beställare: Hammarö kommun
Konsult: Ramboll Sweden AB
Handläggare: David Erikson
Gostudio vers: 10.2.1.19666
Datum:2021-07-05



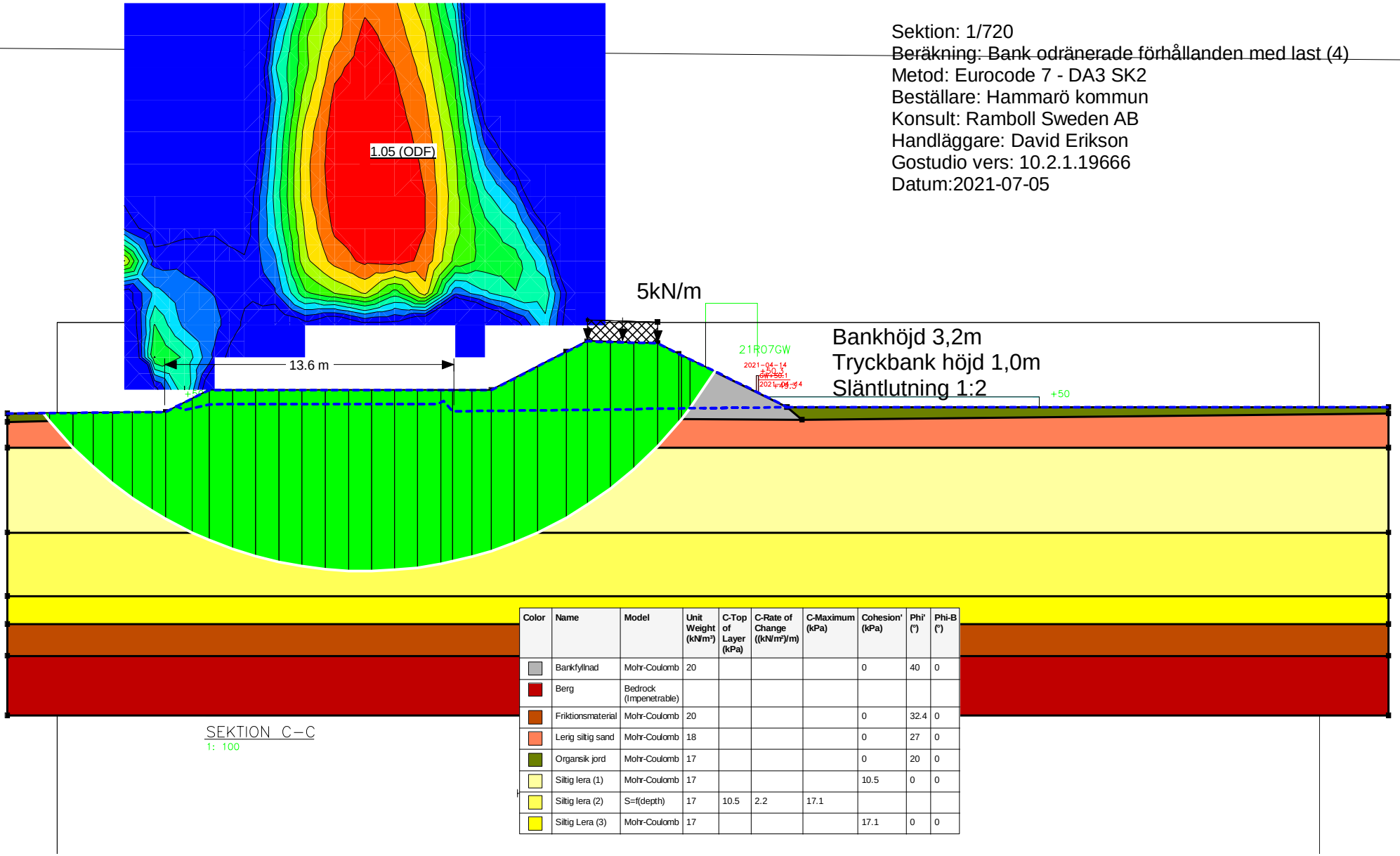
			(kN/m³)	(kPa)	((kN/m²)/m)	(kPa)	(kPa)	(°)	(°)
	BankfyllInad	Mohr-Coulomb	20				0	40	0
	Berg	Bedrock (Impenetrable)							
	Friktionsmaterial	Mohr-Coulomb	20				0	32.4	0
	Lerig siltig sand	Mohr-Coulomb	18				0	27	0
	Organsik jord	Mohr-Coulomb	17				0	20	0
	Siltig lera (1)	Mohr-Coulomb	17				10.5	0	0
	Siltig lera (2)	S=f(depth)	17	10.5	2.2	17.1			
	Siltig Lera (3)	Mohr-Coulomb	17				17.1	0	0

Sektion: 1/720
Beräkning: Kombinerad analys med trafiklast sl1:2
Metod: Eurocode 7 - DA3 SK2
Beställare: Hammarö kommun
Konsult: Ramboll Sweden AB
Handläggare: David Erikson
Gostudio vers: 10.2.1.19666
Datum:2021-07-05



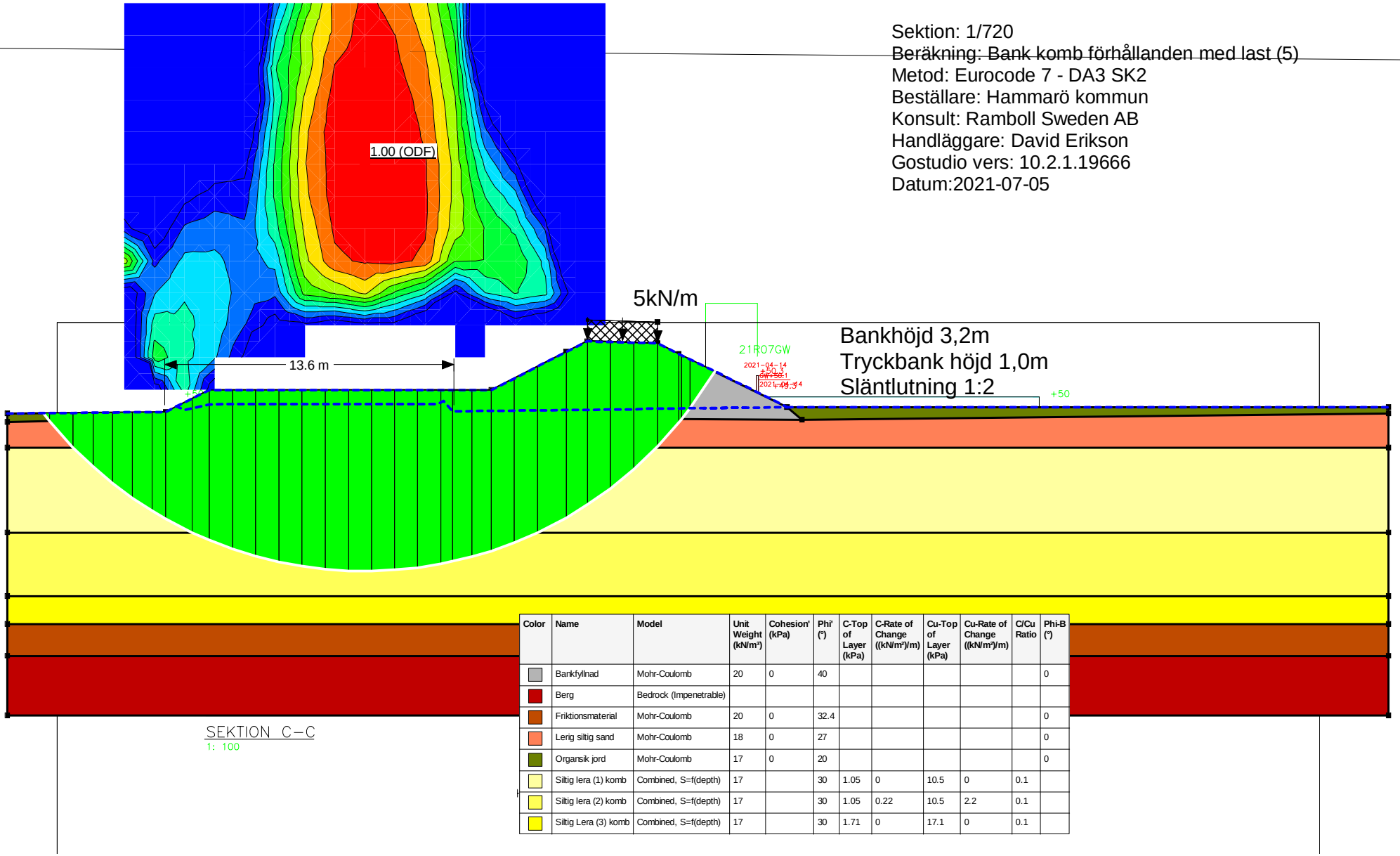
			(kN/m³)	(kPa)	(°)	(kPa)	((kN/m²)/m)	(kPa)	((kN/m²)/m)		(°)
	BankfyllInad	Mohr-Coulomb	20	0	40						0
	Berg	Bedrock (Impenetrable)									
	Friktionsmaterial	Mohr-Coulomb	20	0	32.4						0
	Lerig siltig sand	Mohr-Coulomb	18	0	27						0
	Organsik jord	Mohr-Coulomb	17	0	20						0
	Siltig lera (1) komb	Combined, S=f(depth)	17		30	1.05	0	10.5	0	0.1	
	Siltig lera (2) komb	Combined, S=f(depth)	17		30	1.05	0.22	10.5	2.2	0.1	
	Siltig Lera (3) komb	Combined, S=f(depth)	17		30	1.71	0	17.1	0	0.1	

Sektion: 1/720
Beräkning: Bank odränerade förhållanden med last (4)
Metod: Eurocode 7 - DA3 SK2
Beställare: Hammarö kommun
Konsult: Ramboll Sweden AB
Handläggare: David Erikson
Gostudio vers: 10.2.1.19666
Datum:2021-07-05



Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)
	Bankfyllnad	Mohr-Coulomb	20				0	40	0
	Berg	Bedrock (Impenetrable)							
	Friktionsmaterial	Mohr-Coulomb	20				0	32.4	0
	Lerig siltig sand	Mohr-Coulomb	18				0	27	0
	Organsik jord	Mohr-Coulomb	17				0	20	0
	Siltig lera (1)	Mohr-Coulomb	17				10.5	0	0
	Siltig lera (2)	S=f(depth)	17	10.5	2.2	17.1			
	Siltig Lera (3)	Mohr-Coulomb	17				17.1	0	0

Sektion: 1/720
Beräkning: Bank komb förhållanden med last (5)
Metod: Eurocode 7 - DA3 SK2
Beställare: Hammarö kommun
Konsult: Ramboll Sweden AB
Handläggare: David Erikson
Gostudio vers: 10.2.1.19666
Datum:2021-07-05



Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)
	Bankfyllnad	Mohr-Coulomb	20	0	40						0
	Berg	Bedrock (Impenetrable)									
	Friktionsmaterial	Mohr-Coulomb	20	0	32.4						0
	Lerig siltig sand	Mohr-Coulomb	18	0	27						0
	Organsik jord	Mohr-Coulomb	17	0	20						0
	Siltig lera (1) komb	Combined, S=f(depth)	17		30	1.05	0	10.5	0	0.1	
	Siltig lera (2) komb	Combined, S=f(depth)	17		30	1.05	0.22	10.5	2.2	0.1	
	Siltig Lera (3) komb	Combined, S=f(depth)	17		30	1.71	0	17.1	0	0.1	