
PM BERÄKNINGAR

Tyresö kommun

Tyresö, Tegvägen

Uppdragsnummer 2111746

Stabilitetsberäkningar

Stockholm 2012-03-06

Sweco Infrastructure AB

Per Engström



Per Engström

1 (13)

Sweco Gjörwellsgatan 22 Box 34044, 100 26 Stockholm Telefon 08-695 60 00 Telefax 08-695 60 10 www.sweco.se	Sweco Infrastructure AB Org.nr 556507-0868 säte Stockholm Ingår i Sweco-koncernen	Per Engström Geotekniker Telefon direkt 08-695 63 53 Mobil 0734-12 63 53 per.engstrom@sweco.se
--	---	---

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Uppdrag och bakgrund	4
2	Underlag	4
3	Geotekniska förhållanden	5
4	Geohydrologiska förhållanden	6
5	Stabilitetsberäkningar	6
5.1	Allmänt	6
5.2	Erforderlig säkerhetsfaktor	6
5.3	Laster, materialparametrar och geometri	7
5.3.1	Laster	7
5.3.2	Skjuvhållfasthet i lera	7
5.3.3	Skjuvhållfasthet i kalkpelare	7
5.3.4	Tunghet	9
5.3.5	Geohydrologiska förhållanden	9
5.3.6	Geometri	10
5.4	Beräkning med odränerad analys	10
5.4.1	Sektion A - A	10
5.4.2	Sektion B - B	10
5.5	Beräkning med kombinerad analys	11
5.5.1	Sektion A - A	11
5.5.2	Sektion B - B	11
6	Kommentarer och rekommendationer	12

Bilagor

- Bilaga 1 Skjuvhållfastheter (odränerade)
- Bilaga 2 Beräkning sektion A, odränerad analys, utan trafik o pelare
- Bilaga 3 Beräkning sektion A, odränerad analys, utan trafik, med pelare
- Bilaga 4 Beräkning sektion A, odränerad analys, med trafik och pelare
- Bilaga 5 Beräkning sektion A, kombinerad analys, med trafik och pelare, aktiv skjuvning i pelarzon
- Bilaga 6 Beräkning sektion A, kombinerad analys, med trafik och pelare, direkt skjuvning i pelarzon.
- Bilaga 7 Beräkning sektion A, kombinerad analys, med trafik och pelare, aktiv skjuvning i pelarzon – u 1,5 m över m.y.

2 (13)

PM BERÄKNINGAR
2012-03-06
TYRESÖ, TEGVÄGEN

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Bilaga 8	Beräkning sektion A, kombinerad analys, med trafik och pelare, direkt skjuvning i pelarzonerna – u 1,5 m över m.y.
Bilaga 9	Beräkning sektion B, odränerad analys, utan trafik o pelare
Bilaga 10	Beräkning sektion B, odränerad analys, utan trafik, med pelare.
Bilaga 11	Beräkning sektion B, odränerad analys, med trafik o pelare.
Bilaga 12	Beräkning sektion B, kombinerad analys, med trafik och pelare, aktiv skjuvning i pelarzonerna
Bilaga 13	Beräkning sektion B, kombinerad analys, med trafik och pelare, direkt skjuvning i pelarzonerna.
Bilaga 14	Beräkning sektion B, kombinerad analys, med trafik och pelare, aktiv skjuvning i pelarzonerna – u 1,5 m över m.y.
Bilaga 15	Beräkning sektion B, kombinerad analys, med trafik och pelare, direkt skjuvning i pelarzonerna – u 1,5 m över m.y.
Bilaga 16	Beräkning sektion B, odränerad analys, förstärkt genom avschaktning.
Bilaga 17	Beräkning sektion B, kombinerad analys, förstärkt genom avschaktning.

1 Uppdrag och bakgrund

På uppdrag av Tyresö kommun har Sweco AB gjort kompletterande analyser och beräkningar av stabiliteten för del av Tegvägen längs Gudeå i Tyresö. Utredningen är föranlett av upprättande av detaljplan för fastigheterna Näsby 8:1 och 8:3 i Tyresö.

Under hösten 2011 utförde Structor AB en geoteknisk undersökning samt stabilitetsutredning för aktuellt detaljplaneområde vid Tegvägen. I Structors utredning konstateras att stabiliteten för området mellan Tegvägen och Gudöån har otillfredsställande stabilitet, men Structor gör samtidigt bedömningen att detta inte kommer äventyra detaljplaneområdet.

December 2011 har Statens geotekniska institut (SGI) granskat Structors stabilitetsutredning och delar inte helt Structors bedömningar. SGI finner stabilitetsförhållandena otillfredsställande i detaljplanområdets södra delar (del närmast Tegvägen) och bör därmed inte fastställas.

Sweco (fd VIAK) har vid flera tidpunkter sedan 1967 undersökt och studerat stabiliteten i Tyresö längs Gudöå, samt därtill projekterat förstärkningsåtgärder med kalkpelare 1983 – 84. I Structors utredning har inte utförd kalkpelarförstärkning och alla inom området utförda undersökningar beaktats. I denna PM görs en förnyad och fördjupad analys där information från samtliga kända tidigare utredningar och undersökningar beaktas. Alla i denna analys använda handlingar listas nedan i stycket "Underlag".

2 Underlag

- 1) Yttrande över grundförhållandena för Näsbyvägen, delen utmed Drevviken, i Trollbäcken. VIAK, 1967-11-28, uppdragsnummer 16.3897.
- 2) Ritning 704 "Tyresås reglering. Gudö å, Bas- och sektionlinjer, 0/000 – 0/780", Orrje & Co Scandiaconsult", 1979, uppdragsnummer 52.0746-93
- 3) Tyresö kommun, Tyresö, Område Gudöå. Geotekniskt utlåtande. VIAK, 1983-01-28, uppdragsnummer 4916.4200.
- 4) Gudöå. Stabilitetsberäkningar (beräkningssektioner), VIAK, 1983, arbetsnummer 11.5137
- 5) Förstärkningsritning, Ritning nr 5 "Tyresö kommun. Tyresö. Område Gudöviken. Kalkpelarstabilisering", VIAK 1983-12-29, arbetsnummer 4916.4200
- 6) Brev "Ang kalkpelarförstärkning inom område Gudöviken". VIAK, 1984-02-16, uppdrag 4916.4200.
- 7) PM "Näsby 8:1, Tyresö. Geotekniska rekommendationer inför detaljplanearbete". Sweco, 2011-03-16, uppdragsnummer 2111669.
- 8) Näsby 8:1 och 8:3, Tyresö. Rapport Geoteknisk undersökning (RGeo). Structor, 2011-10-07, uppdragsnummer 2968.

- 9) Näsby 8:1 och 8:3, Sofieberg, Tyresö kommun. PM Geoteknik – Stabilitetsutredning med översiktliga rekommendationer för grundläggning mm. Structor, 2011-10-07, uppdragsnummer 2968.
- 10) Näsby 8:1 och 8:3, Sofieberg, Tyresö kommun. PM Dagvatten. Structor 2011-10-07, uppdragsnummer 2968.
- 11) Detaljplan – plankarta, utställningshandling, - Bostäder, kontor och handel vid Tegvägen. Fastigheterna Näsby 8:1 och 8:3. Tyresö kommun, 2011-11-17.
- 12) Yttrande i brev "Detaljplan för bostäder, kontor och handel vid Tegvägen, Trollbäcken, Näsby 8:1 och 8:3, Tyresö kommun". SGI 2011-12-19, beteckning 5.1-1104-0289.

3 Geotekniska förhållanden

I den södra låglänta delen av detaljplaneområdet ligger markytan mellan nivåerna ca +23,5 och +21,0. Söder om planområdet faller markytan i riktning mot Gudöån. Gudöån är ca 2,5 m djup relativt till omgivande mark.

I området vid Tegvägen och Gudöå utgörs jorden överst av fyllning vilande på finsediment. Vid undersökningstillfället, hösten 2011, lodades botten som djupast på nivån +18,3.

Fyllningen, vars mäktighet varierar mellan 0 och 1 m, utgörs av förutom vägöverbyggnadsmaterial, även av sand och torrskorpefast lera.

Finsedimentens mäktighet närmast ån uppgår till mellan 5 och 8 m. Ned till 4 á 5 m djup består finsedimenten av lera som mot djupet övergår i siltig lera, lerig silt och troligen ren silt.

För mer utförlig geoteknisk beskrivning hänvisas till Structors PM, handling [9].

I området mellan Tegvägen och Gudöå utfördes 1984 kalkpelarförstärkning i samband med byggande av va-ledningar. Kalkpelare sattes på en bredd av 4,1 till 5,1 m med den största bredden längst i öster. Täckningsgraden (a) varierar mellan ca 45 och 70 %. Ledningens läge med kalkpelarna är illustrerade i Figur 1.



Figur 1 Utredningsområde med utförd kalkpelarförstärkning (röd linje).

4 Geohydrologiska förhållanden

Enligt uppgifter gäller följande karakteristiska vattenstånd för Gudöån

HHW	+20,85
MW	+19,30
LLW	+18,47

Vid undersökningstillfället september 2011 uppmättes grundvattenytan kring nivån +20,0, motsvarande ca 1 m under markytan. Uppgift om samtidigt vattenstånd i ån saknas.

5 Stabilitetsberäkningar

5.1 Allmänt

Stabilitetsberäkningar har utförts med såväl odränerad som kombinerad analys. Beräkningar har gjorts med programmet SSTAB och med karakteristiska värden i enlighet med TK Geo 11 och Skredkommissionens Rapport 3:95.

5.2 Erforderlig säkerhetsfaktor

Kravet på beräkningsmässig säkerhetsfaktor styrs av undersökningarnas omfattning samt vilket utredningsskede som gäller. Vidare gäller olika krav beroende på markanvändning. Denna PM är upprättad efter Skredkommissionens rekommendationer i Rapport 3:95.

Undersökningar har utförts i en omfattning med Skredkommissionens krav för *detaljerad utredning*.

Tegvägen (fd. Näsbyvägen) med närliggande klassificeras som befintlig bebyggelse och anläggning. För dessa delar gäller för nyexploatering att säkerhetsfaktorn i odränerad analys skall vara $F_c \geq 1,7 - 1,5$ och i kombinerad analys $FKomb \geq 1,45 - 1,35$.

5.3 Laster, materialparametrar och geometri

5.3.1 Laster

Trafiklasten på Tegvägen har antagits till 13 kN/m^2 (TK Geo 11).

5.3.2 Skjuvhållfasthet i lera

I bilaga 1 redovisas en sammanställning av alla kända skjuvhållfasthetsbestämningar inom området. Vår utvärdering skiljer sig något mot tidigare redovisad utvärdering, dels för hållfasthetsbestämningarna är relaterad till djup under markytan samt flera bestämningar har medtagits från de äldre undersökningarna.

Vidare har skjuvhållfastheten beräknats empiriskt utifrån förkonsolideringsspänningar bestämda med CRS på prover från punkterna SMS3 och 47 (från handling [4] och [8]).

Vald skjuvhållfasthetsprofil är redovisad i diagram i bilaga 1 med rödbrun fet punktstreckad linje och kan beskrivas med

Djup (m)	Odränerad skjuvhållfasthet (kPa)
0 – 1	15
1 – 2	$15 - (z - 1) 8$
2 – 5	$7 + (z - 3) 1$
> 5	$10 + (z - 5) 5$

där z är djupet under markytan.

I diagrammet i bilaga 1 illustreras även med grått ungefärlig skjuvhållfasthetsprofil använd av Structor i tidigare beräkningar. Den äldre skjuvhållfasthetsprofilen gäller där markytan ligger kring nivån +20,0.

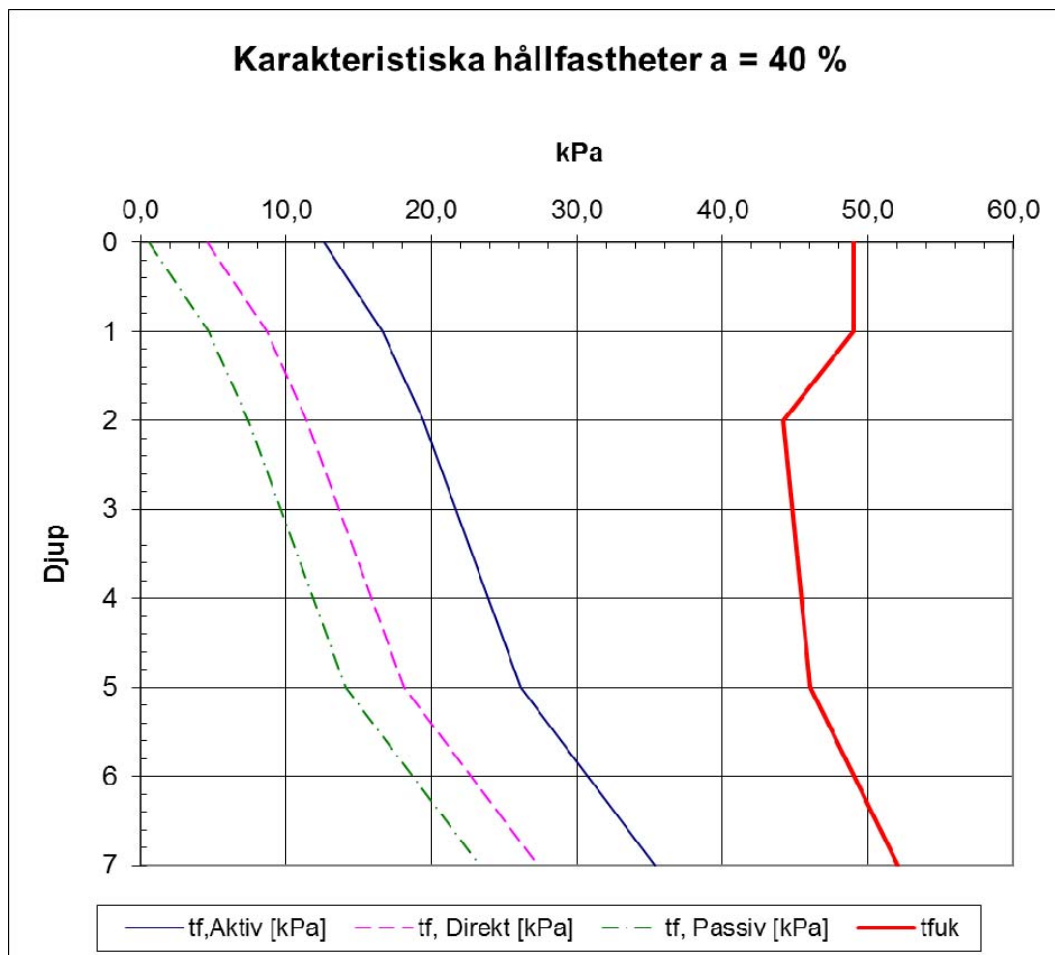
Den dränerade hållfastheten har beräknats med friktionsvinkeln $\phi' = 30^\circ$ och med ett intercept som är ca 10 % av utvärderad odränerad skjuvhållfasthet.

5.3.3 Skjuvhållfasthet i kalkpelare

Utvärdering av skjuvhållfasthet i kalkpelarförstärkt jord har utförts enligt SGF Rapport 2:2000. Odränerad hållfasthet i kalkförstärkt jord ($c_{uk,pe}$) är satt till 100 kPa.

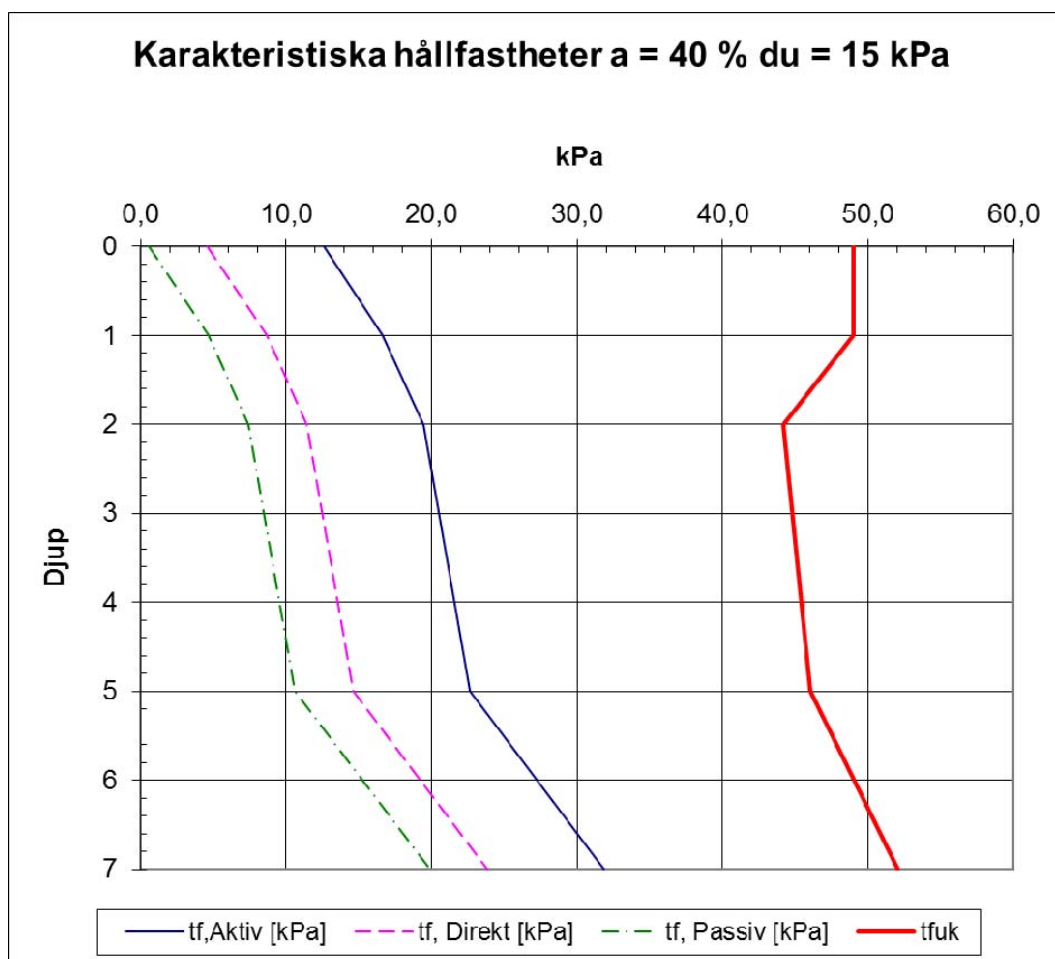
Friktionsvinkeln ($\phi'_{k,pe}$) är satt till 30° . Karakteristiska skjuvhållfasthetsprofiler redovisas nedan i Figur 2. Profilen är upprättad med en mindre täckningsgrad, 40 %, istället för i

bygghandling angivna 45 - 70 %. Försiktigt val har gjorts på grund av att pelarna delvis står som enskilda pelare samt i delar finns inga pelare under ledningarna utan endast på dess sidor.



Figur 2 Karakteristiska skjuvhållfasthetsprofiler i kalkpelarförstärkt jord med täckningsgrad a = 40 %. Beräknad för hydrostatiska förhållanden med gw-yta i markytan.

För känslighetsanalys har beräkningar även gjorts för artesiska grundvattentryck som mot djupet antas ha en grundvattentrycknivå 1,5 m över markytan. Karakteristiska skjuvhållfastheter för artesiska grundvattenförhållanden visas nedan i Figur 3.



Figur 3 Karakteristiska skjuvhållfasthetsprofiler i kalkpelarförstärkt jord med täckningsgrad $a = 40\%$. Beräknad för artesiska grundvattenförhållanden med gw-yta 1,5 m över markytan.

5.3.4 Tunghet

Följande tungheter har använts i beräkningarna

Fyllning	19 kN/m ³
Torrskorpefast lera	18 kN/m ³
Lera	17 kN/m ³
Silt	18 kN/m ³

5.3.5 Geohydrologiska förhållanden

Beräkningar med odränerad analys har gjorts med lägsta lågvatten i Gudeån, det vill säga nivån +18,47.

Uppgifter om grundvattenytan variationer saknas. Beräkningar med kombinerad analys har därför gjorts med samma vattenyta som i den odränerade analysen, och med lite olika antagna por- och grundvattentryck.

Osäkerhet om den högsta grundvattenyta hanteras med känslighetsanalys där effekten av högre grundvattentryck studeras. I dessa analyser antas grundvattenytan i övre akvifären ligga i nivå med markytan och med hydrostatiska förhållanden ned till ca 3,5 djup (nivån +18,5). Under nivån +18,5 förutsätts hydrodynamiska förhållanden med en uppåtriktad gradient.

5.3.6 Geometri

Sektionernas geometri har tagits från ritningar i handling [8]. Här studerade sektioner är samma sektioner som studerats av Structor i handling [9], benämnda sektion A och B.

5.4 Beräkning med odränerad analys

5.4.1 Sektion A - A

I bilaga 3 till och med 4 redovisas beräkningar med odränerad analys. Utan trafik och utan kalkpelare (förhållanden som rådde 1983) blir den beräkningsmässiga säkerhetsfaktorn $F_c = 1,26$ (bilaga 2). Med kunskap om denna otillfredsställande stabilitet (se handling [3] t.o.m. [5]) utfördes förstärkningsåtgärder med kalkpelare 1984. Kalkpelarförstärkningen begränsar utrymmet för den kritiska glidyten, och som därmed begränsas till Gudöans strandlinje och får en beräkningsmässig säkerhetsfaktor på $F_c = 1,69$ (bilaga 3) som är tillfredsställande.

Större glidytor, som även omfattar en trafikbelastad Tegväg, har beräkningsmässigt tillfredsställande säkerhet med säkerhetsfaktorn $F_c = 1,77$ (bilaga 4). Kritisk "stor" glidyta begränsas till Tegvägen och når inte fram till detaljplaneområdet. Ännu större glidytor har därtill bättre stabilitetsförutsättningar och redovisas inte i beräkningsbilagorna.

5.4.2 Sektion B – B

I bilaga 9 till och med 11 redovisas beräkningar med odränerad analys. Utan trafik och utan kalkpelare (förhållanden som rådde 1983) blir den beräkningsmässiga säkerhetsfaktorn $F_c = 1,05$ (bilaga 9). Den vid LLW mycket ansträngda strandnära zonen har inte beaktats 1983, troligen för att den fyllning som idag finns söder om Tegvägen har tillkommit senare. Med kunskap om otillfredsställande stabilitet i dessa delar (se handling [3] t.o.m. [5]) utfördes förstärkningsåtgärder med kalkpelare 1984.

Kalkpelarförstärkningen begränsar utrymmet för den kritiska glidyten som begränsas till Gudö ans strandlinje och får där en beräkningsmässig helt otillfredsställande säkerhet med säkerhetsfaktor på $F_c = 1,05$ (bilaga 10).

Större glidytor, som även omfattar en trafikbelastad Tegväg samt går fram till detaljplaneområdet, har dock tillfredsställande säkerhet med beräkningsmässig

säkerhetsfaktor $F_c = 2,42$ (bilaga 11). Kritisk "stor" glidyta begränsas till Tegvägen och når inte fram till detaljplaneområdet. Ännu större glidytor har därtill bättre stabilitetsförutsättningar och redovisas inte.

Den bristfälliga stabiliteten i strandnära delar bör åtgärdas oavsett nyexploatering kommer göras eller ej. Förslag till åtgärder anges nedan i stycket 6 "Kommentarer och rekommendationer".

5.5 Beräkning med kombinerad analys

5.5.1 Sektion A - A

Inledande beräkningar med kombinerad analys har gjorts med grundvattentryck i nivå med markytan och hydrostatiska förhållanden. I beräkningarna antas samtidigt lägsta lågvatten (LLW) i Gudöå, en kombination som troligen inte är speciellt sannolik. Antas aktiv skjuvning i den kalkpelarförstärkta zonen ger beräkningarna säkerhetsfaktorn $F_{Komb} = 1,57$ (se bilaga 5) och med direkt skjuvning i pelarförstärkt jord ger beräkningarna $F_{Komb} = 1,36$ (se bilaga 6). Detta innebär att med kombinerad analys är den beräkningsmässiga säkerhetsfaktorn F_{Komb} mellan ca 1,4 och 1,6 beräknad med en mindre sannolik kombination med LLW i Gudöå, samtidigt relativt högt grundvattentryck.

Sannolikheten för en kombinationen med extremt höga grundvattentryck, samtidigt som vattenföringen i ån är minimal (LLW) är mycket ringa. Långtidsobservationer av grundvattentryck saknas. Risken för skred studeras därför med en känslighetsanalys där förhöjda por och grundvattentryck förutsätts.

I bilaga 7 och 8 redovisas beräkningar gjorda med antaganden av artesiskt vattentryck med en trycknivå 1,5 m över markytan, vilket därtill innebär 3,1 m över vattenytan i Gudeå, som antas i beräkningarna ligga på nivån +18,47 (dvs. LLW). Med dessa förutsättningar ger beräkningarna säkerhetsfaktorn $F_{Komb} = 1,20 - 1,40$ (variationen beroende om brottet i k-pelarna antas ske med direkt eller aktiv skjuvning).

5.5.2 Sektion B – B

Inledande beräkningar i kombinerad analys har gjorts med grundvattentryck i markytan utom i åns strandlinje där övre akvifären antas ligga på nivån +20,0. Hydrostatiska förhållanden antas gälla i hela profilen där markytan ligger över nivån +20,5. Vid ån antas råda artesiska förhållanden med vattentryck ca 1,5 m över åns vattenyta. I beräkningarna antas samtidigt lägsta lågvatten (LLW) i Gudöå, en kombination som troligen inte är speciellt sannolik. Antas aktiv skjuvning i den kalkpelarförstärkta zonen ger beräkningarna säkerhetsfaktorn $F_{Komb} = 1,71$ (se bilaga 12) och med direkt skjuvning i pelarförstärkt jord ger beräkningarna $F_{Komb} = 1,39$ (se bilaga 13). Detta innebär att med kombinerad analys är den beräkningsmässiga säkerhetsfaktorn F_{Komb} mellan ca 1,4 och 1,7 för större glidytor som omfattar Tegvägen och går fram till detaljplanområdet.

Beräkningarna är gjorda med en mindre sannolik kombination med LLW i Gudöå samtidigt som relativt högt grundvattenttryck antas råda i kringliggande jord.

Mindre glidytor i strandlinjen har beräkningsmässigt den helt otillfredsställande säkerhetsfaktorn $F_{Komb} = 0,92$ (se bilaga 12 eller 13).

Sannolikheten för en kombination med extremt höga grundvattenttryck, samtidigt som vattenföringen i ån är minimal (LLW) är mycket ringa. Långtidsobservationer av grundvattenttryck saknas. Risken för skred studeras därför med en känslighetsanalys där förhöjda por och grundvattenttryck antas råda.

I bilaga 14 och 15 redovisas beräkningar gjorda med antaganden av artesiskt vattenttryck med en trycknivå 1,5 m över markytan, men begränsat till 2,5 m över vattenytan i Gudeå, som i beräkningarna antas ligga på nivån +18,47 (dvs. LLW). Med dessa förutsättningar ger beräkningarna för större glidytor säkerhetsfaktorn $F_{Komb} = 1,12 - 1,32$.

Mindre glidytor i strandnära zonen har beräkningsmässigt, med dessa extrema portryck, säkerhetsfaktorn $F_{Komb} = 0,72$ (se bilaga 14 eller 15).

6 Kommentarer och rekommendationer

6.1 Övergripande

Med här förfinad jordmodell, där ett större antal skjuvhållfasthetsbestämningar medtagits samt empiriska värderingar utifrån fastställd konsolideringsgrad i leran har beaktats, konstateras att stabiliteten för stora glidytor som går från detaljplaneområdet fram till Gudöå har betyggande beräkningsmässig säkerhet. Att säkerheten för stora glidytor har tillfredsställande säkerhet har även konstaterats i tidigare utredningar, och senast i Structors handling [9].

I Structors utredning och deras beräkningar har dock inte den utförda kalkpelarförstärkningen beaktats, varvid utredningen påtagligt underskattar områdets stabilitet med avseende på stora glidytor. I de två sektioner som studerats kan konstateras att för stora glidytor, som i sektion A därtill inte når fram till planområdet, är stabiliteten klart tillfredsställande med $F_c = 1,77 - 2,42$ och $F_{Komb} = 1,35 - 1,71$. Även med extremt höga por- och grundvattenttryck ger beräkningarna acceptabla beräkningsmässig säkerhetsfaktor för stora glidytor med $F_{Komb} = 1,12 - 1,40$ vid beaktande att i dessa beräkningar ligger vattenytan på LLW, som i princip därtill är nästan lika med åbotten.

I områdets östra del på en sträcka av ca 20 m (kring sektion B) är stabiliteten i det strandnära området klart otillfredsställande. Den låga beräkningsmässiga säkerhetsfaktorn i odränerad analys med $F_c = 1,05$ är troligen en följd av fyllning som gjorts i samband med byggande av Tegvägen och va-ledningar.

Ovan redovisade beräkningar visar således att detaljplaneområdet i stort uppfyller Skredkommissionens krav på beräkningsmässig erforderlig säkerhet för nyexploatering med utifrån nu utförda undersökningars omfattning. För att stabiliteten skall bedömas vara tillfredsställande krävs att $F_c \geq 1,7 - 1,5$ samt att $F_{Komb} \geq 1,45 - 1,35$. Kraven uppfylls

helt med rimligt antagna portryck i kombination med LLW i Gudöå. Även med LLW och därtill kopplat till extremt höga portryck ger beräkningarna säkerhetsfaktorer som är större än 1,0 och ligger i storleksordning som därtill skulle kunnat accepterats om utredningen klassificeras som *fördjupad utredning* enligt Skredkommissionens rekommendationer.

För områdets östra strandnära del rekommenderas förstärkningsåtgärder oavsett granskat detaljplaneförslag genomförs eller ej. Tillfredsställande stabilitet kan uppnås genom begränsad avschaktning av fyllning söder om Tegvägen på en sträcka av ca 20 - 30 m. Denna avschaktning kommer därtill förbättra stabiliteten för de större glidytona som berör detaljplaneområdet.

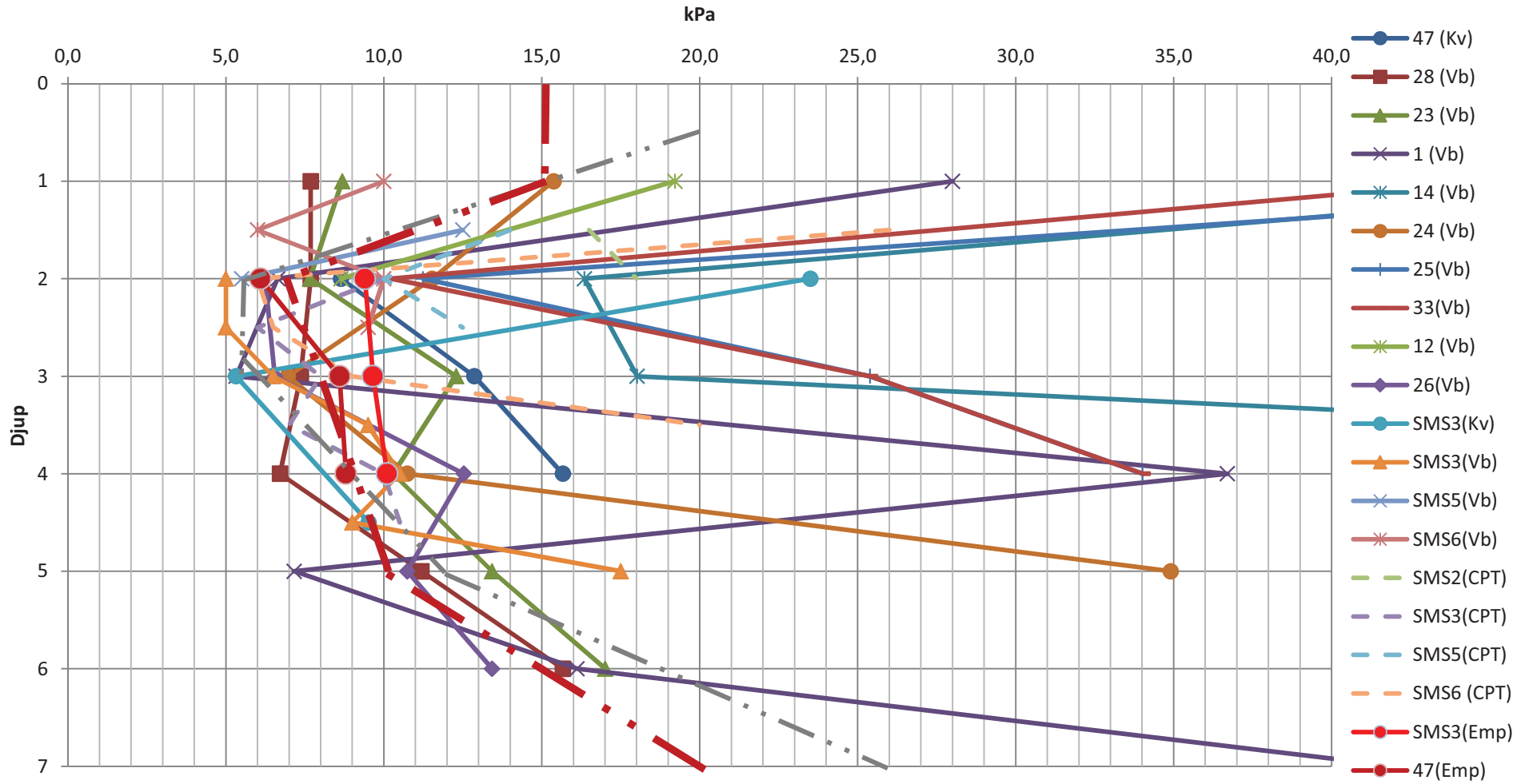
6.2 Möjliga åtgärder

Utförda beräkningar visar att stabiliteten bedöms otillfredsställande i ett strandnära parti på en sträcka av 20 – 30 m kring beräkningssektion B, det vill säga områdets östra del fram till Gudöbroleden. Den otillfredsställande stabiliteten är främst en följd av den stora nivåskillnaden som skapats genom uppfyllning i Gudeöåns närhet.

Tillfredsställande stabilitet kan uppnås genom bortschaktning av drygt 1 m fyllning i område mellan Tegvägen och Gudöå på en bredd av 5 – 6 m (50 - 60 m³/m). Tänkt åtgärd illustreras i bilaga 16 och 17, där även beräkningsförutsättningar och beräkningsresultat redovisas. Åtgärden bedöms erforderlig på en sträcka av 20 – 30 m.

Förutom avschaktning krävs att åns strandlinjer säkerställs genom att befintligt erosionskydd repareras och förbättras. Förstärkt (större stenar) erosionskydd bedöms erfordras i lägen för dagvattenledningar som mynnar i ån.

Skjuvhållfastheter

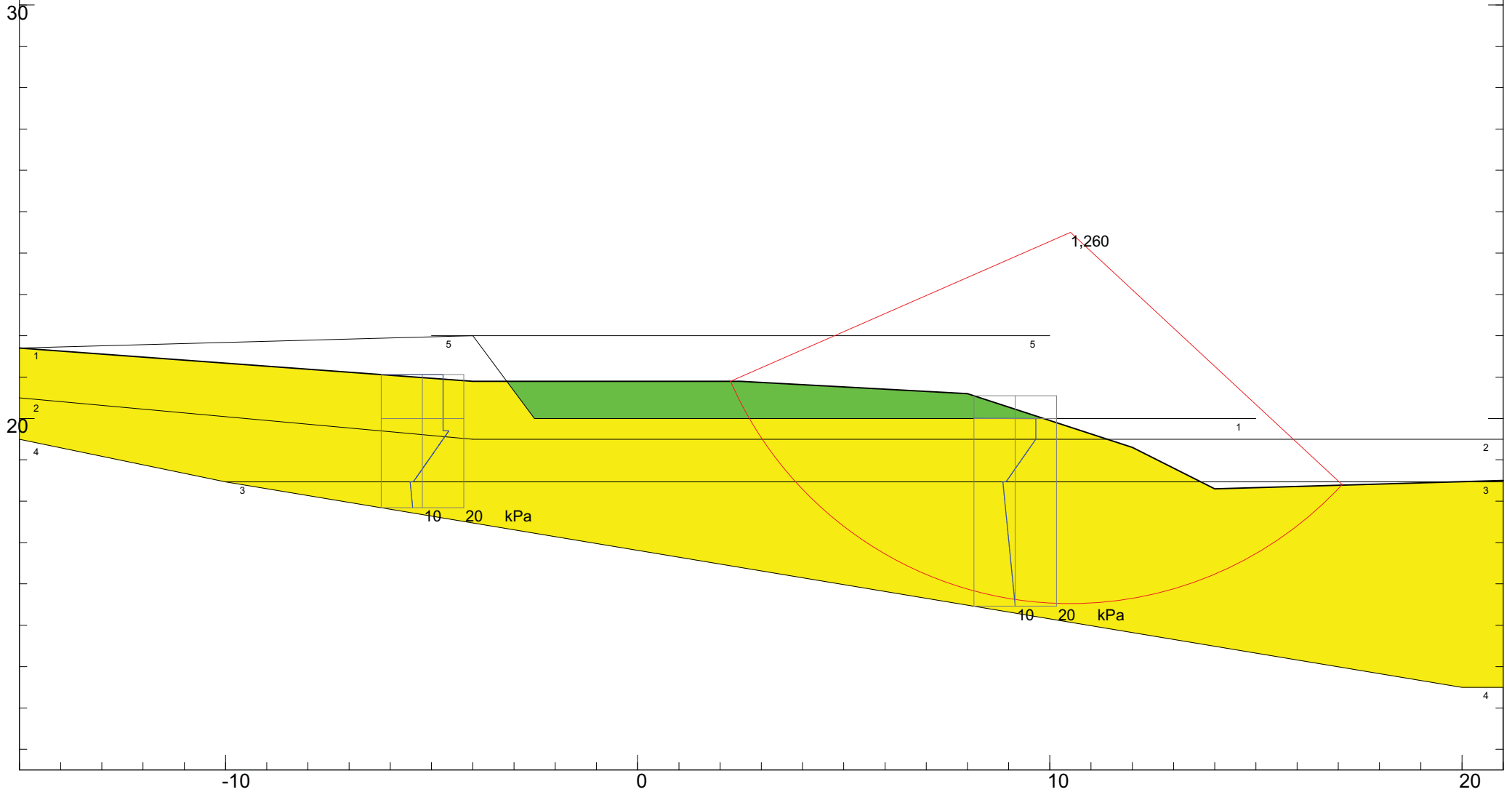


Tegvägen, Tyresö

Sektion A, odränerad analys

KRITISKA GLIDYTAN
 X= 10,50 Mstj= 1 144 kNm/m
 Z= 24,50 Mmoth= 1 442 kNm/m
 R= 9,00 F= 1,260

MATERIALDATA							
Mtrl Nr	c kPa	c/z kPa/m	z	Phi gr	c' kPa	Den. kN/m ³	Analys
1	15,0					18,0	OD
2	15,0	-7,00	19,50			18,0	OD
3	7,0	1,00	18,47			7,0	OD
4	100,0					9,0	OD
5				35,0		19,0	D

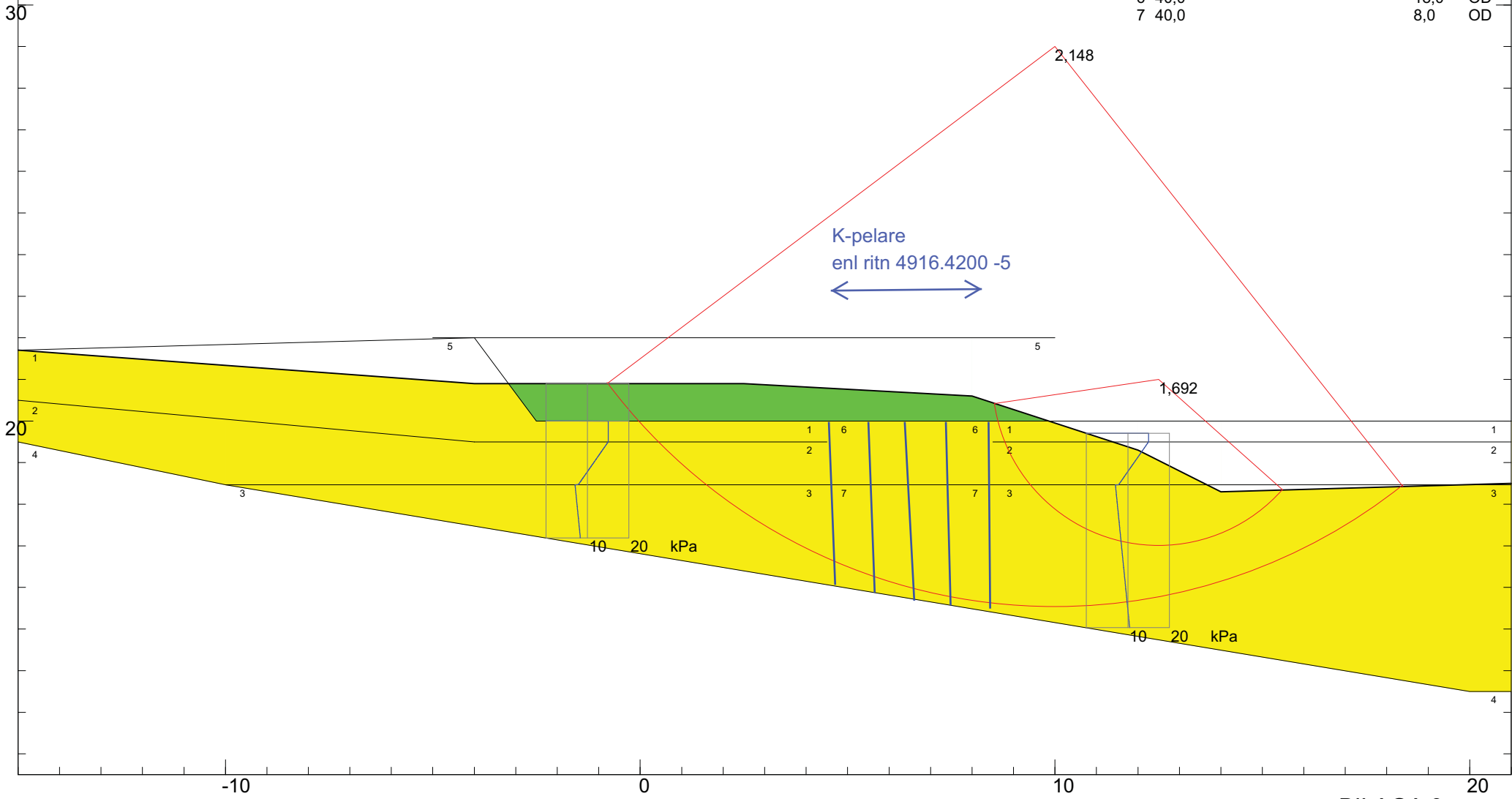


Tegvägen, Tyresö

Sektion A, odränerad analys

KRITISKA GLIDYTAN
 X= 10,00 Mstj= 2 025 kNm/m
 Z= 29,00 Mmoth= 4 349 kNm/m
 R= 13,50 F= 2,148

MATERIALDATA							
Mtrl Nr	c kPa	c/z kPa/m	z	Phi gr	c' kPa	Den. kN/m ³	Analys
1	15,0					18,0	OD
2	15,0	-7,00	19,50			18,0	OD
3	7,0	1,00	18,47			7,0	OD
4	100,0					9,0	OD
5				35,0		19,0	D
6	40,0					18,0	OD
7	40,0					8,0	OD

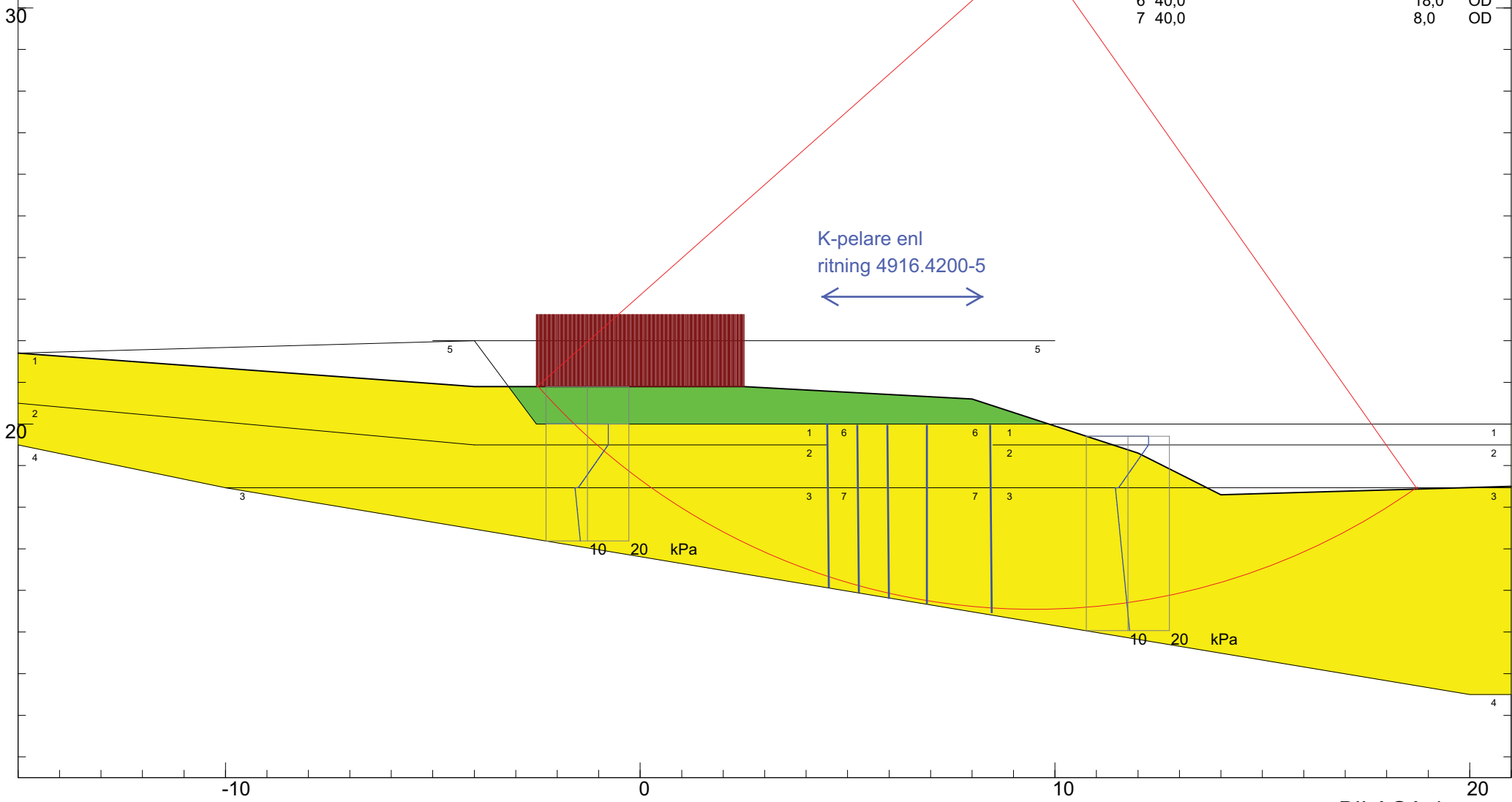


Tegvägen, Tyresö

Sektion A, odränerad analys - med trafiklast

KRITISKA GLIDYTAN
 X= 9,50 Mstj= 3 098 kNm/m
 Z= 31,50 Mmoth= 5 486 kNm/m
 R= 16,00 F= 1,771

MATERIALDATA							
Mtrl Nr	c kPa	c/z kPa/m	z	Phi gr	c' kPa	Den. kN/m3	Analys
1	15,0					18,0	OD
2	15,0	-7,00	19,50			18,0	OD
3	7,0	1,00	18,47			7,0	OD
4	100,0					9,0	OD
5				35,0		19,0	D
6	40,0					18,0	OD
7	40,0					8,0	OD

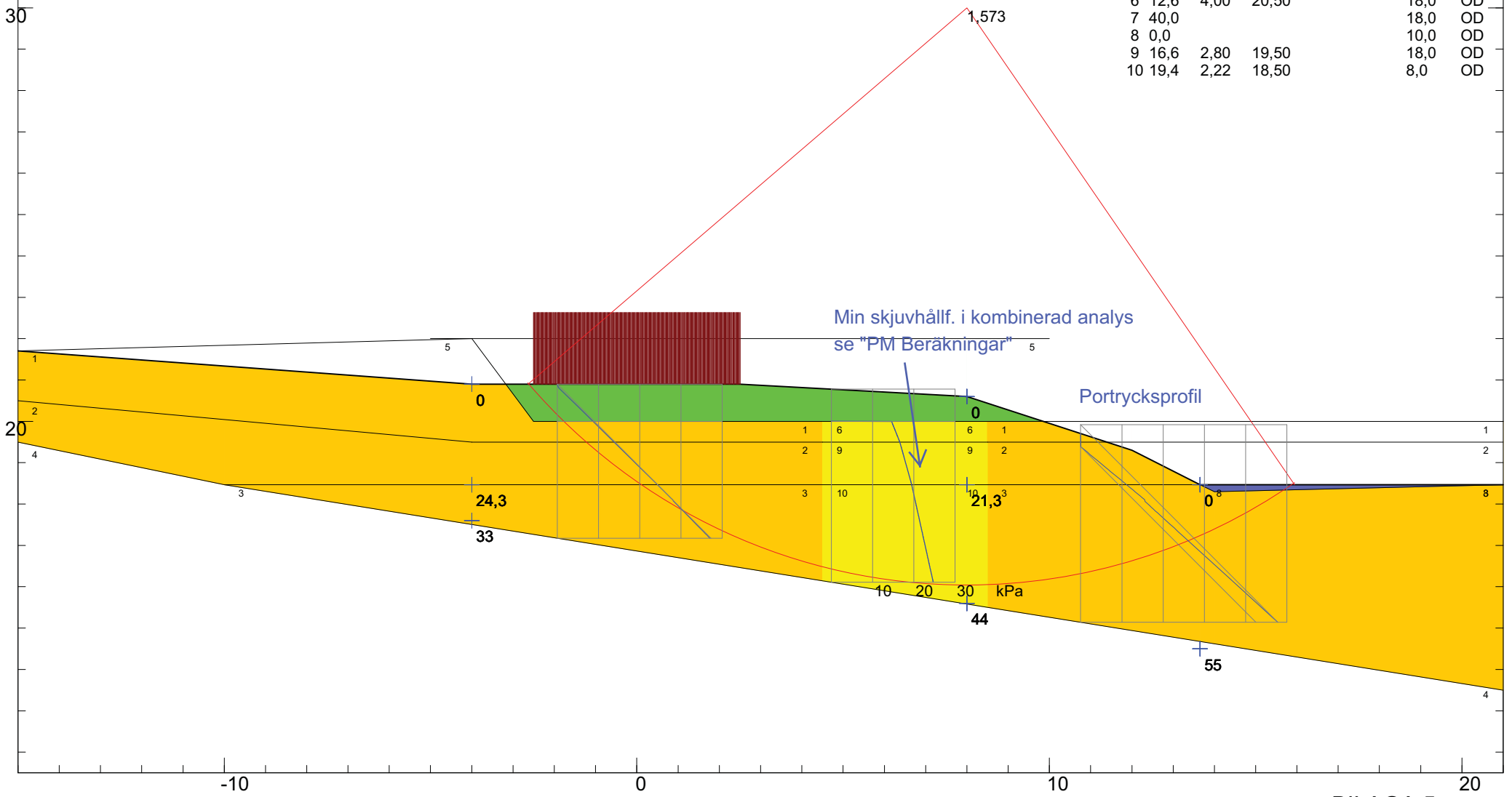


Tegvägen, Tyresö

Sektion A, kombinerad analys - med trafiklast - aktiv skjuvning i k-pel

KRITISKA GLIDYTAN
 X= 8,00 Mstj= 2 135 kNm/m
 Z= 30,00 Mmoth= 3 358 kNm/m
 R= 14,00 F= 1,573

MATERIALDATA							
Mtrl Nr	c kPa	c/z kPa/m	z	Phi gr	c' kPa	Den. kN/m3	Analys
1	15,0			30,0	1,0	18,0	K
2	15,0	-7,00	19,50	30,0	1,0	18,0	K
3	7,0	1,00	18,47	30,0	1,0	17,0	K
4	100,0					9,0	OD
5				35,0		19,0	D
6	12,6	4,00	20,50			18,0	OD
7	40,0					18,0	OD
8	0,0					10,0	OD
9	16,6	2,80	19,50			18,0	OD
10	19,4	2,22	18,50			8,0	OD

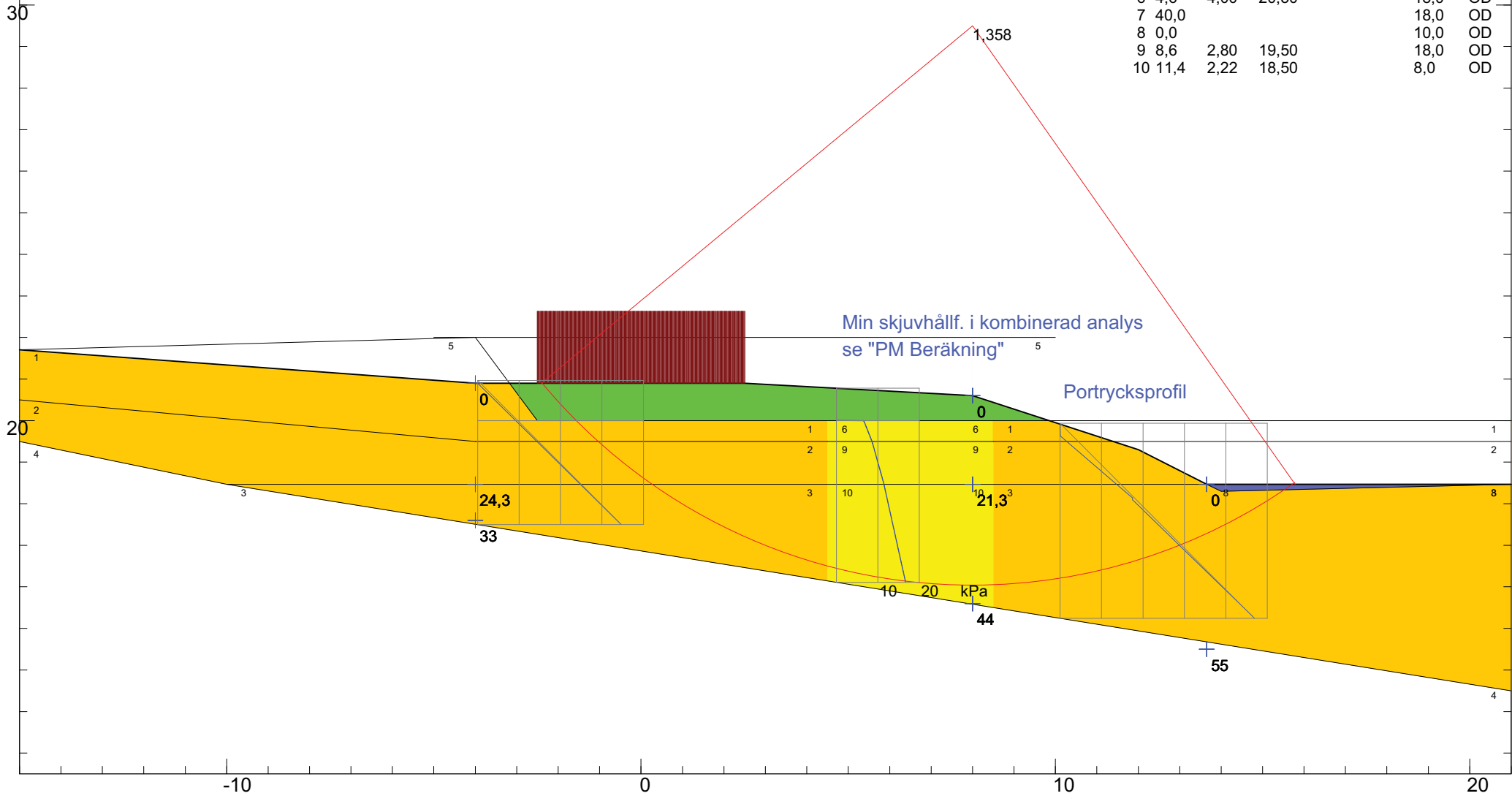


Tegvägen, Tyresö

Sektion A, kombinerad analys - med trafiklast - direkt skjuvning i k-pel

KRITISKA GLIDYTAN
 X= 8,00 Mstj= 2 038 kNm/m
 Z= 29,50 Mmoth= 2 768 kNm/m
 R= 13,50 F= 1,358

MATERIALDATA							
Mtrl Nr	c kPa	c/z kPa/m	z	Phi gr	c' kPa	Den. kN/m3	Analys
1	15,0			30,0	1,0	18,0	K
2	15,0	-7,00	19,50	30,0	1,0	18,0	K
3	7,0	1,00	18,47	30,0	1,0	17,0	K
4	100,0					9,0	OD
5				35,0		19,0	D
6	4,6	4,00	20,50			18,0	OD
7	40,0					18,0	OD
8	0,0					10,0	OD
9	8,6	2,80	19,50			18,0	OD
10	11,4	2,22	18,50			8,0	OD

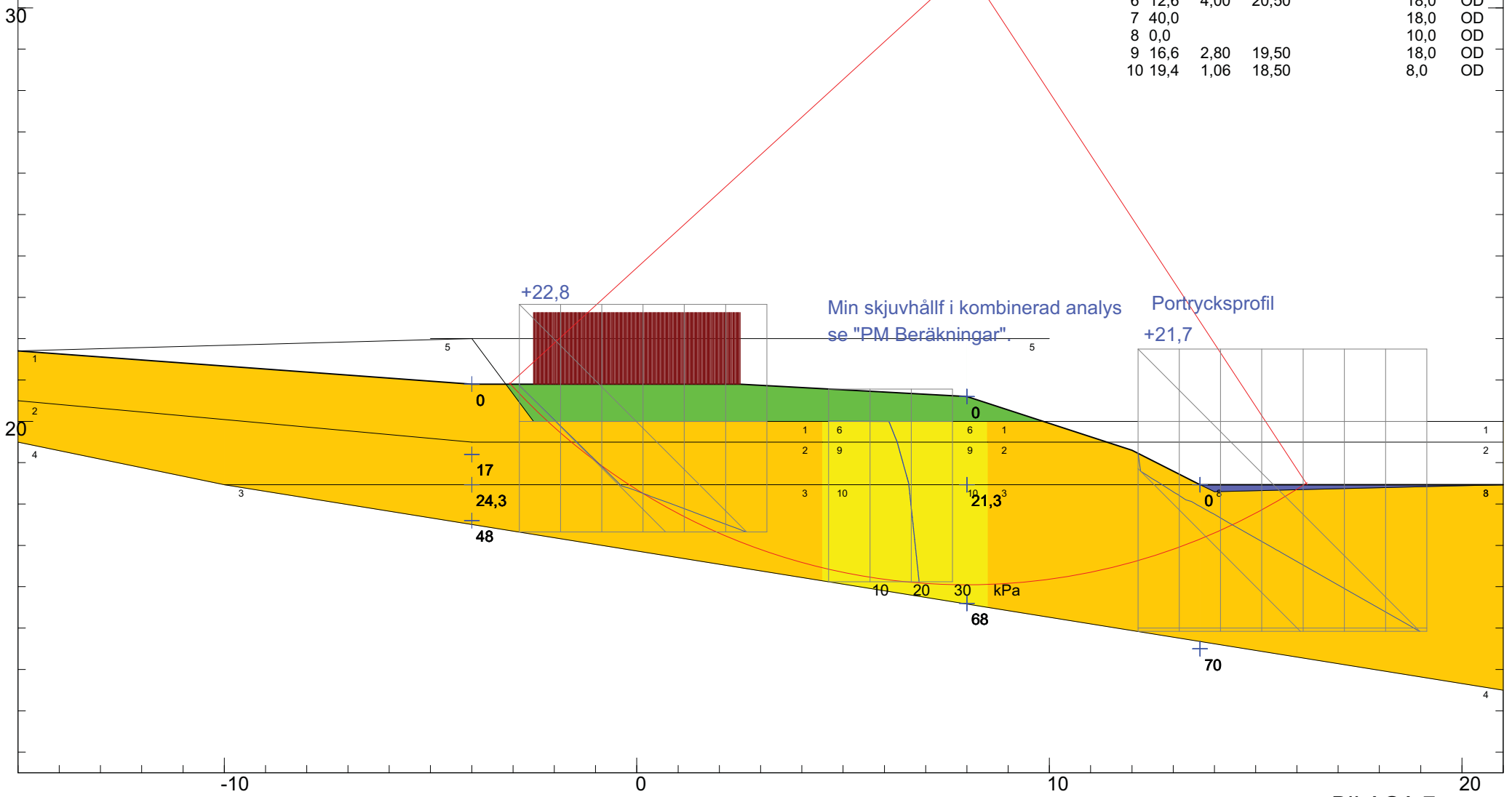


Tegvägen, Tyresö

Sektion A, känslighetsanalys - aktiv skjuvning i k-pel, u 1,5 m över my

KRITISKA GLIDYTAN
 X= 8,00 Mstj= 2 302 kNm/m
 Z= 31,00 Mmoth= 3 211 kNm/m
 R= 15,00 F= 1,395

MATERIALDATA							
Mtrl Nr	c kPa	c/z kPa/m	z	Phi gr	c' kPa	Den. kN/m ³	Analys
1	15,0			30,0	1,0	18,0	K
2	15,0	-7,00	19,50	30,0	1,0	18,0	K
3	7,0	1,00	18,47	30,0	1,0	17,0	K
4	100,0					9,0	OD
5				35,0		19,0	D
6	12,6	4,00	20,50			18,0	OD
7	40,0					18,0	OD
8	0,0					10,0	OD
9	16,6	2,80	19,50			18,0	OD
10	19,4	1,06	18,50			8,0	OD

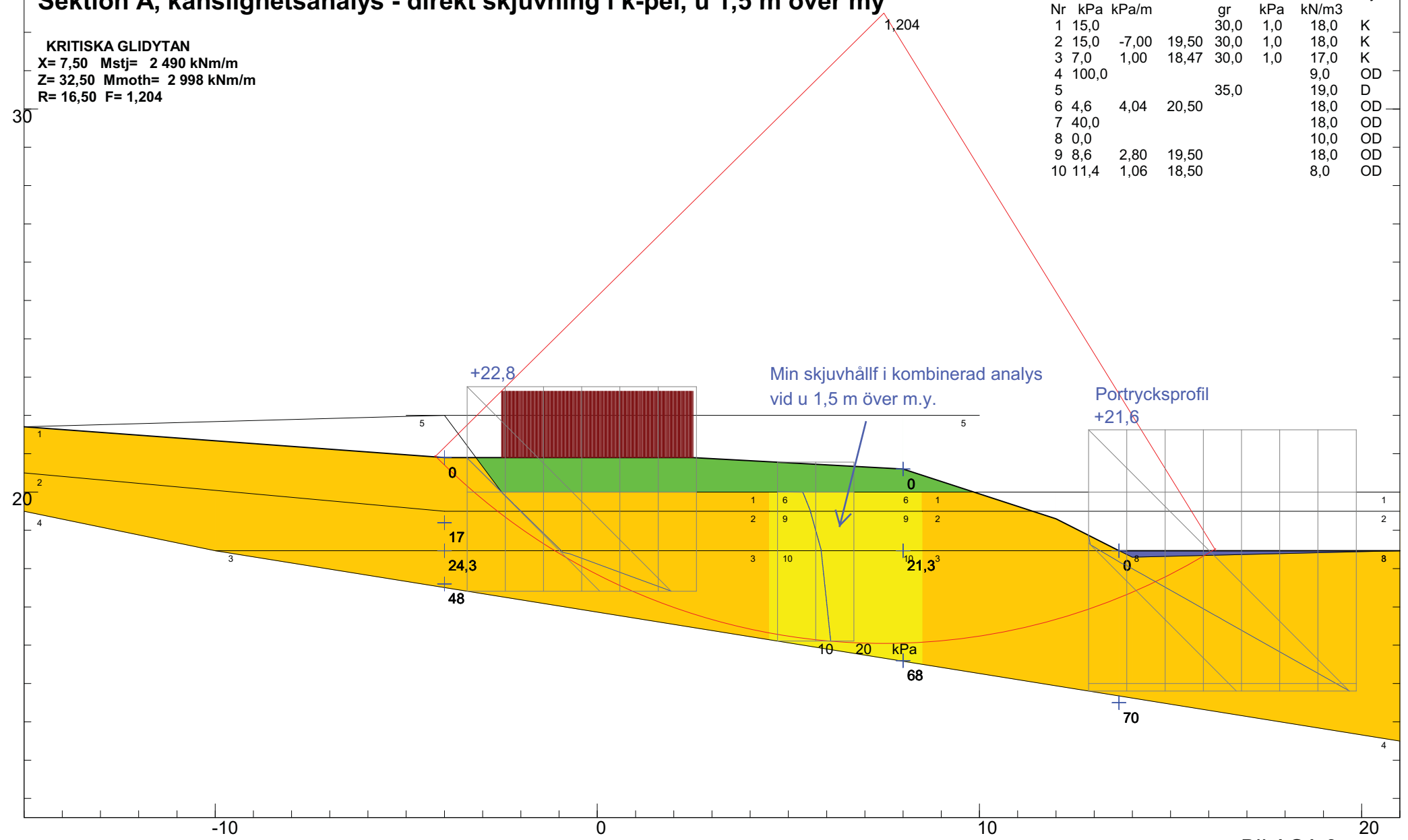


Tegvägen, Tyresö

Sektion A, känslighetsanalys - direkt skjuvning i k-pel, u 1,5 m över my

KRITISKA GLIDYTAN
 X= 7,50 Mstj= 2 490 kNm/m
 Z= 32,50 Mmoth= 2 998 kNm/m
 R= 16,50 F= 1,204

MATERIALDATA									
Mtrl Nr	c kPa	c/z kPa/m	z	Phi gr	c' kPa	Den. kN/m3	Analys		
1	15,0			30,0	1,0	18,0			K
2	15,0	-7,00	19,50	30,0	1,0	18,0			K
3	7,0	1,00	18,47	30,0	1,0	17,0			K
4	100,0					9,0			OD
5				35,0		19,0			D
6	4,6	4,04	20,50			18,0			OD
7	40,0					18,0			OD
8	0,0					10,0			OD
9	8,6	2,80	19,50			18,0			OD
10	11,4	1,06	18,50			8,0			OD

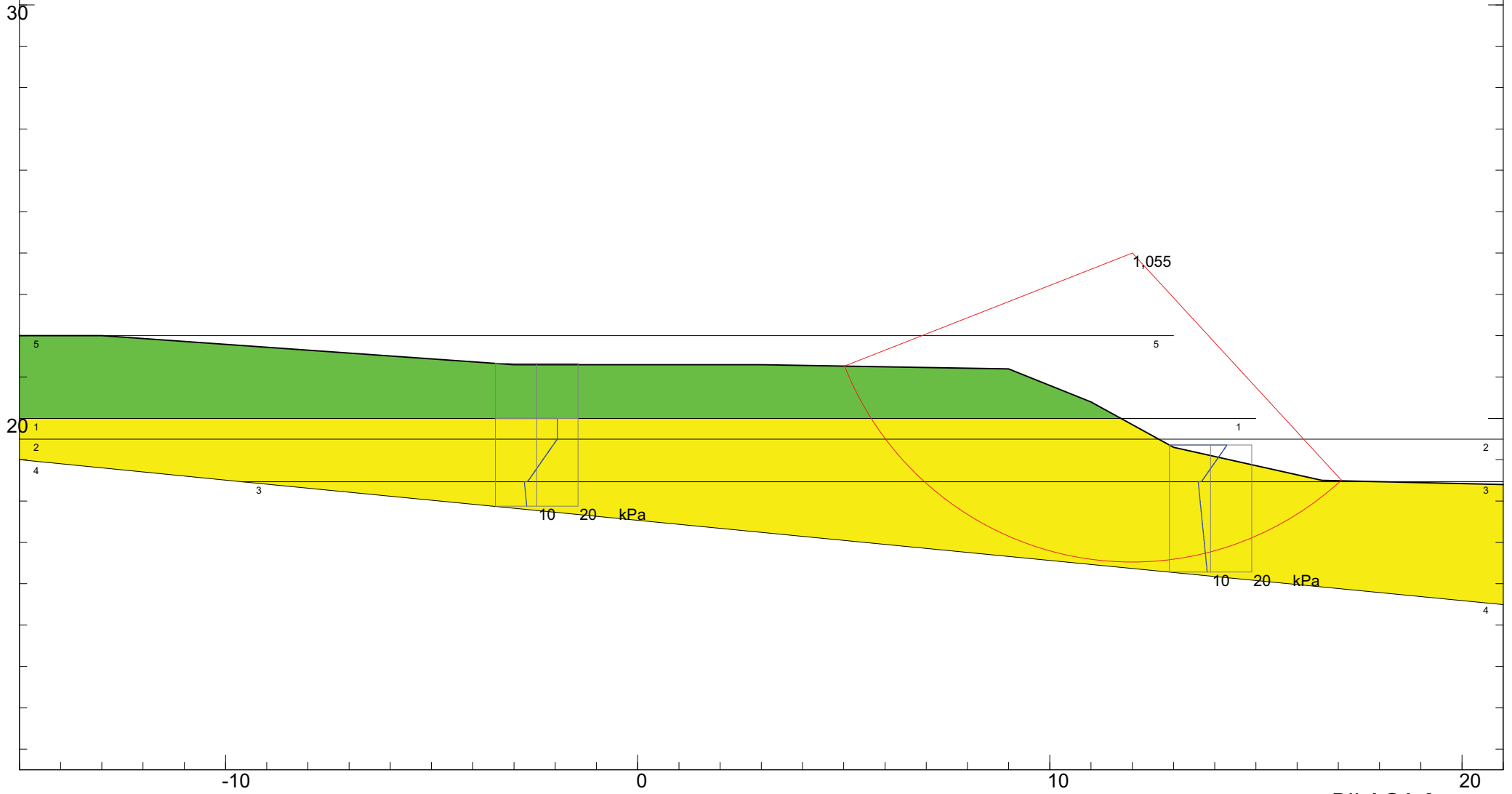


Tegvägen, Tyresö

Sektion B, odränerad analys

KRITISKA GLIDYTAN
 X= 12,00 Mstj= 868 kNm/m
 Z= 24,00 Mmoth= 916 kNm/m
 R= 7,50 F= 1,055

MATERIALDATA							
Mtrl Nr	c kPa	c/z kPa/m	z	Phi gr	c' kPa	Den. kN/m ³	Analys
1	15,0					18,0	OD
2	15,0	-7,00	19,50			18,0	OD
3	7,0	1,00	18,47			7,0	OD
4	100,0					9,0	OD
5				35,0		19,0	D

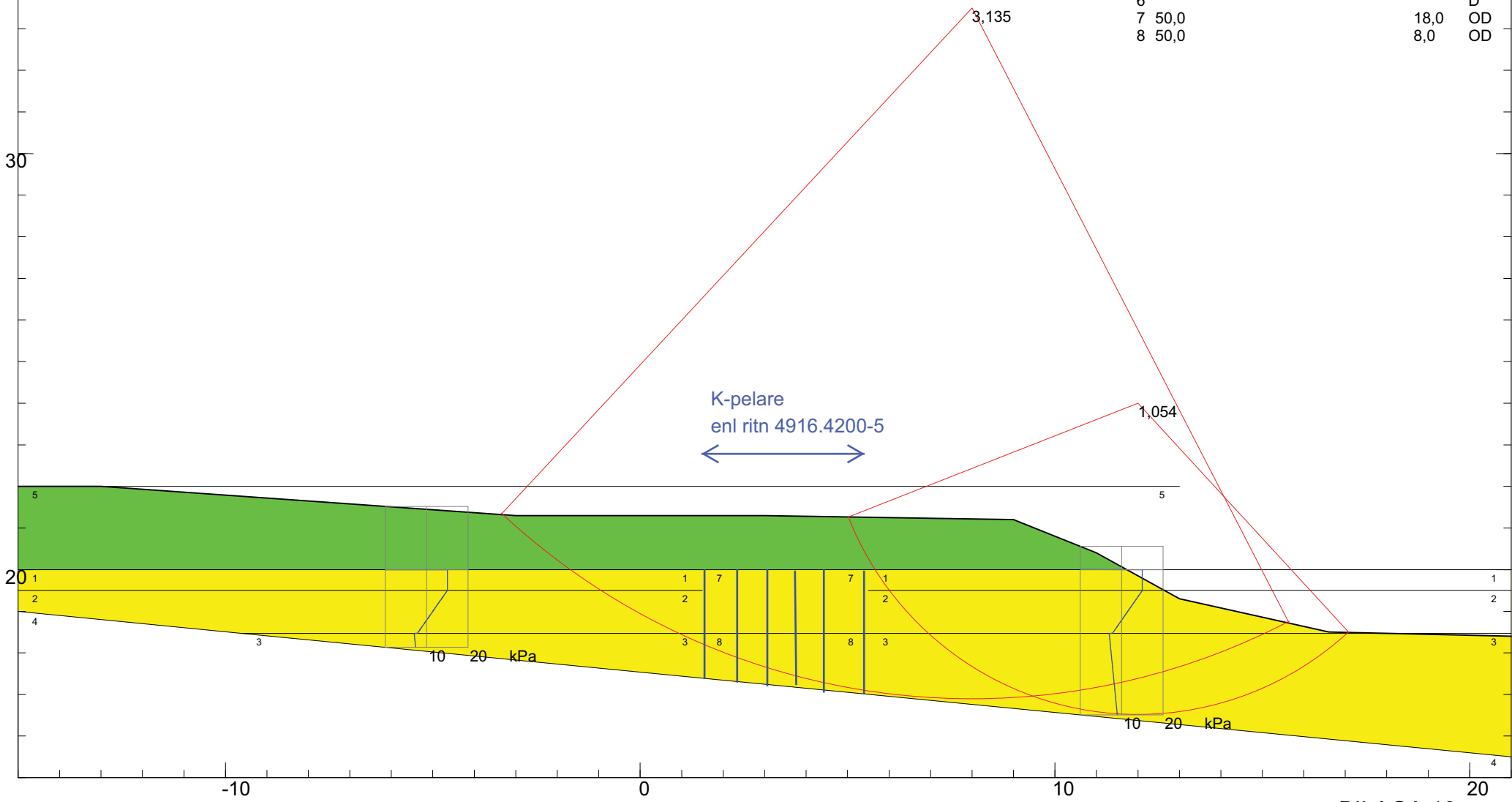


Tegvägen, Tyresö

Sektion B, odränerad analys

KRITISKA GLIDYTAN
 X= 8,00 Mstj= 1 864 kNm/m
 Z= 33,50 Mmoth= 5 843 kNm/m
 R= 16,65 F= 3,135

MATERIALDATA							
Mtrl Nr	c kPa	c/z kPa/m	z	Phi gr	c' kPa	Den. kN/m3	Analys
1	15,0					18,0	OD
2	15,0	-7,00	19,50			18,0	OD
3	7,0	1,00	18,47			7,0	OD
4	100,0					9,0	OD
5				35,0		19,0	D
6							D
7	50,0					18,0	OD
8	50,0					8,0	OD

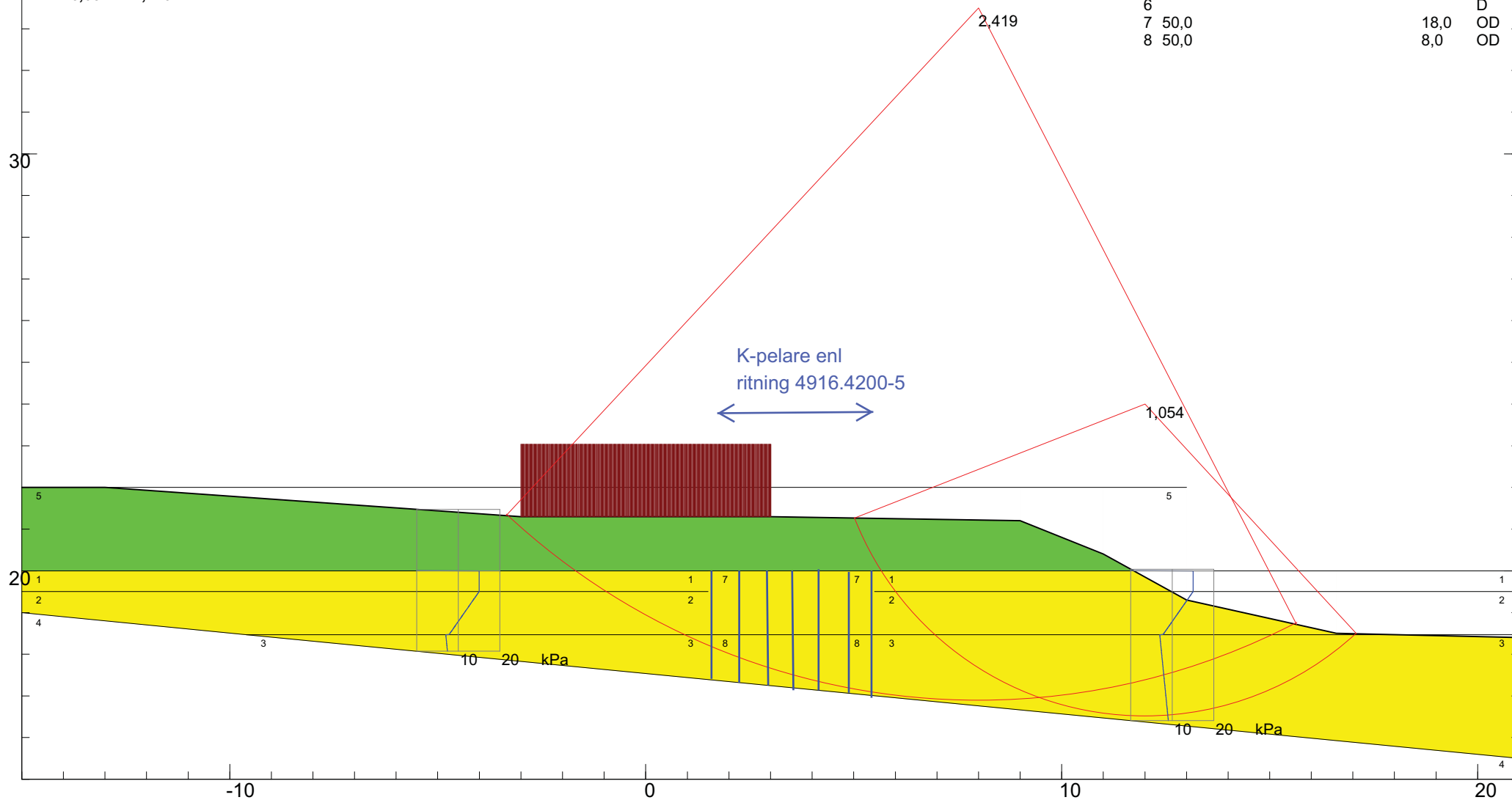


Tegvägen, Tyresö

Sektion B, odränerad analys - med trafiklast

KRITISKA GLIDYTAN
 X= 8,00 Mstj= 2 487 kNm/m
 Z= 33,50 Mmoth= 6 017 kNm/m
 R= 16,65 F= 2,419

MATERIALDATA							
Mtrl Nr	c kPa	c/z kPa/m	z	Phi gr	c' kPa	Den. kN/m3	Analys
1	15,0					18,0	OD
2	15,0	-7,00	19,50			18,0	OD
3	7,0	1,00	18,47			7,0	OD
4	100,0					9,0	OD
5					35,0	19,0	D
6							D
7	50,0					18,0	OD
8	50,0					8,0	OD

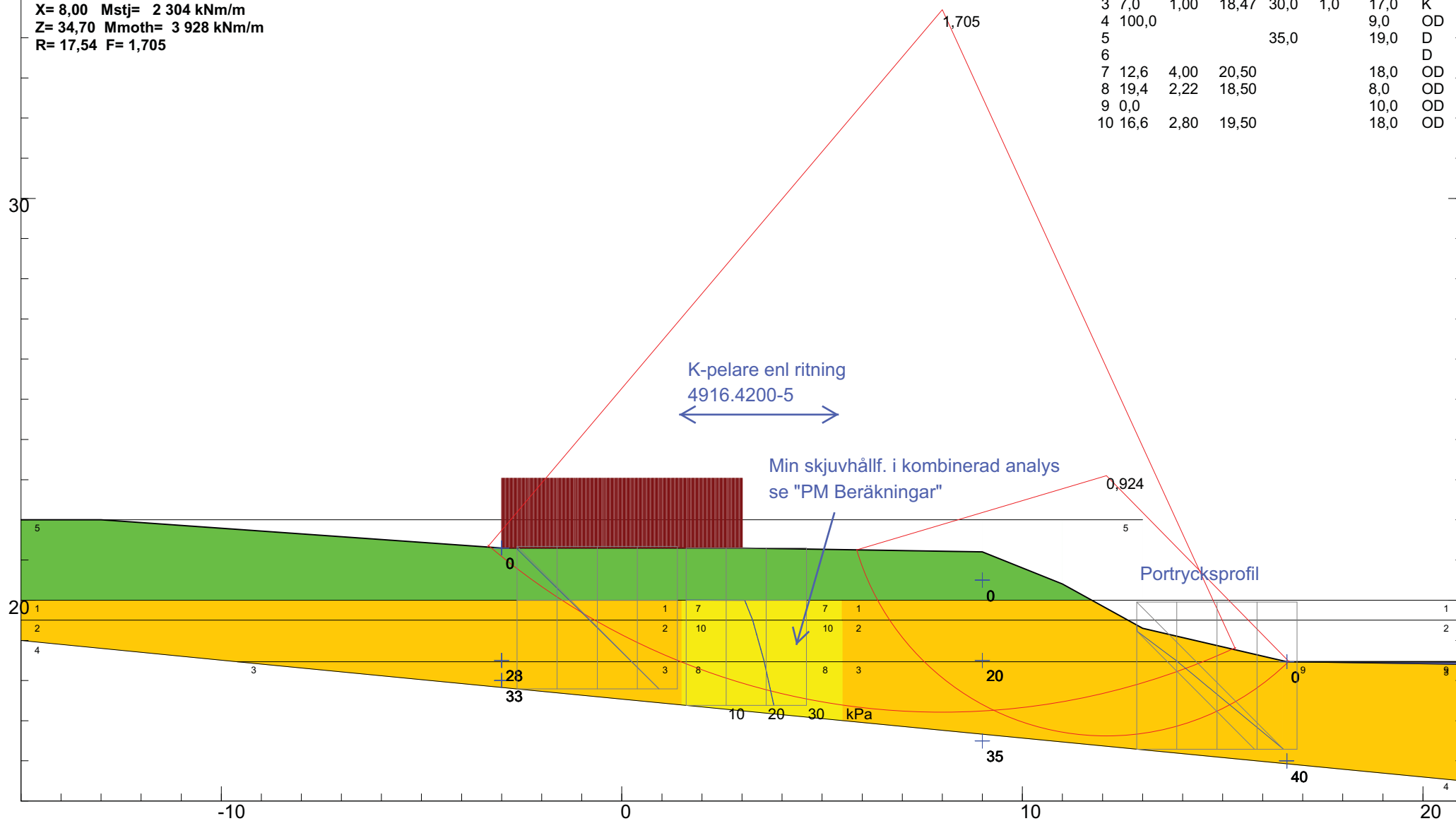


Tegvägen, Tyresö

Sektion B, kombinerad analys - aktivt skjuvbrott

KRITISKA GLIDYTAN
 X= 8,00 Mstj= 2 304 kNm/m
 Z= 34,70 Mmoth= 3 928 kNm/m
 R= 17,54 F= 1,705

MATERIALDATA								
Mtrl Nr	c kPa	c/z kPa/m	z	Phi gr	c' kPa	Den. kN/m3	Analys	
1	15,0			30,0	1,0	18,0	K	
2	15,0	-7,00	19,50	30,0	1,0	18,0	K	
3	7,0	1,00	18,47	30,0	1,0	17,0	K	
4	100,0					9,0	OD	
5				35,0		19,0	D	
6							D	
7	12,6	4,00	20,50			18,0	OD	
8	19,4	2,22	18,50			8,0	OD	
9	0,0					10,0	OD	
10	16,6	2,80	19,50			18,0	OD	

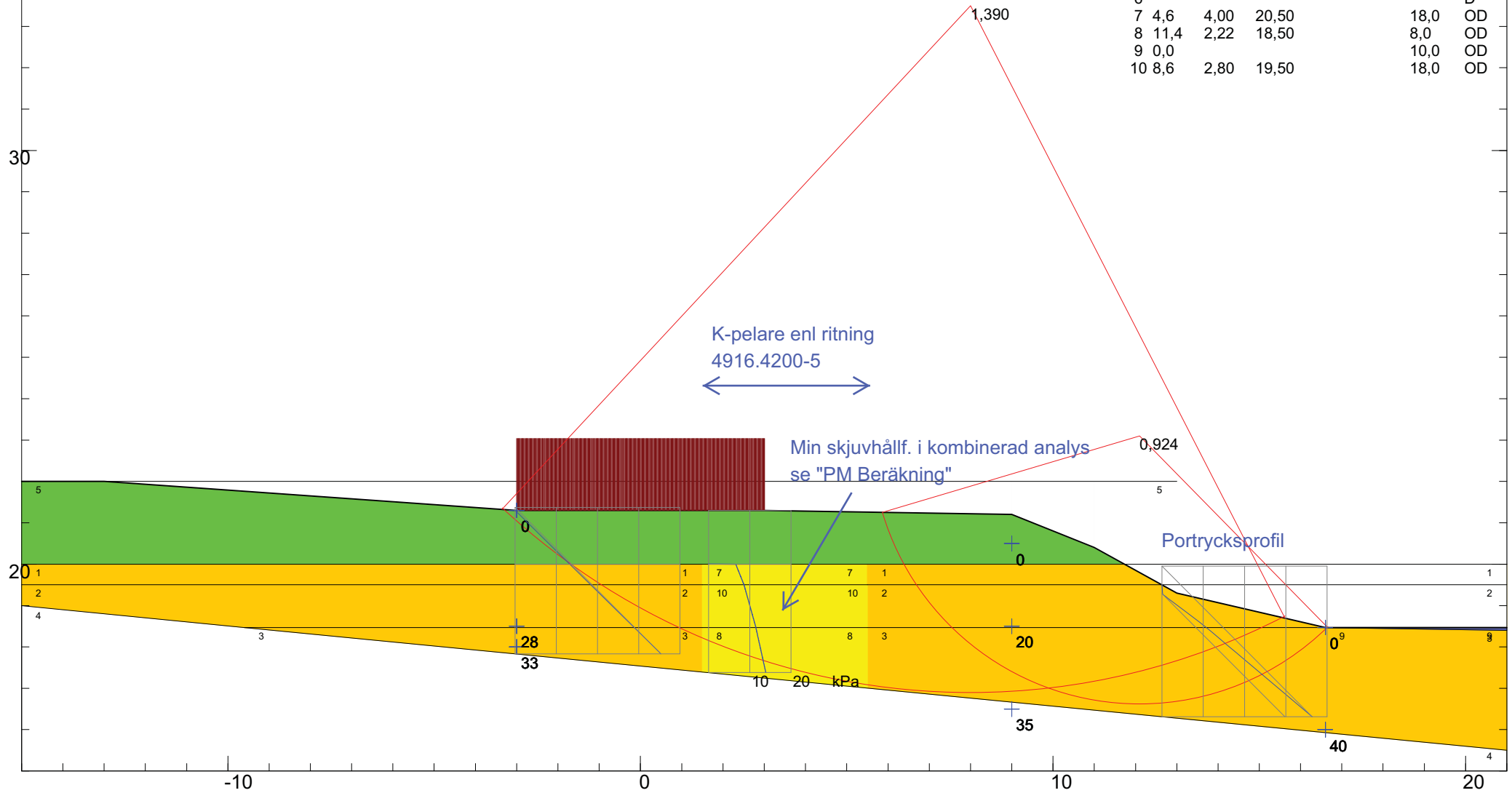


Tegvägen, Tyresö

Sektion B, kombinerad analys - direkt skjuvning i k-pel

KRITISKA GLIDYTAN
 X= 8,00 Mstj= 2 334 kNm/m
 Z= 33,50 Mmoth= 3 244 kNm/m
 R= 16,65 F= 1,390

MATERIALDATA							
Mtrl Nr	c kPa	c/z kPa/m	z	Phi gr	c' kPa	Den. kN/m ³	Analys
1	15,0			30,0	1,0	18,0	K
2	15,0	-7,00	19,50	30,0	1,0	18,0	K
3	7,0	1,00	18,47	30,0	1,0	17,0	K
4	100,0					9,0	OD
5				35,0		19,0	D
6							D
7	4,6	4,00	20,50			18,0	OD
8	11,4	2,22	18,50			8,0	OD
9	0,0					10,0	OD
10	8,6	2,80	19,50			18,0	OD



Tegvägen, Tyresö

Sektion B, kombinerad analys - aktiv skuvning i k-pelare, u 1,5 m över m

KRITISKA GLIDYTAN
 X= 10,50 Mstj= 4 044 kNm/m
 Z= 39,50 Mmoth= 5 317 kNm/m
 R= 22,85 F= 1,315

1,315

MATERIALDATA							
Mtrl Nr	c kPa	c/z kPa/m	z	Phi gr	c' kPa	Den. kN/m3	Analys
1	15,0			30,0	1,0	18,0	K
2	15,0	-7,00	19,50	30,0	1,0	18,0	K
3	7,0	1,00	18,47	30,0	1,0	17,0	K
4	100,0					9,0	OD
5				35,0		19,0	D
6							D
7	12,6	4,00	20,50			18,0	OD
8	19,4	2,22	18,50			8,0	OD
9	0,0					10,0	OD
10	16,6	2,80	19,50			18,0	OD

30

K-pelare enl ritning
4916-4200-5

+23,4

Min skjuvhållf. i kombinerad analys se "PM Beräkning".

0,720

Portrycksprofil
+21,0

20

23

28

48

10

20

30 kPa

50

45

-10

0

10

20

Tegvägen, Tyresö

Sektion B, kombinerad analys - direkt skuvning i k-pelare, u 1,5 m över m

KRITISKA GLIDYTAN
 X= 10,50 Mstj= 4 048 kNm/m
 Z= 39,40 Mmoth= 4 534 kNm/m
 R= 22,77 F= 1,120

1,120

MATERIALDATA							
Mtrl Nr	c kPa	c/z kPa/m	z	Phi gr	c' kPa	Den. kN/m ³	Analys
1	15,0			30,0	1,0	18,0	K
2	15,0	-7,00	19,50	30,0	1,0	18,0	K
3	7,0	1,00	18,47	30,0	1,0	17,0	K
4	100,0					9,0	OD
5				35,0		19,0	D
6							D
7	4,6	4,00	20,50			18,0	OD
8	11,4	2,22	18,50			8,0	OD
9	0,0					10,0	OD
10	8,6	2,80	19,50			18,0	OD

30

20

4

K-pelare enl ritn 4916.4200-5

Min skjuvhållf. i kombinerad analys se "PM-Beräkning"

Portrycksprofil +21,0

LLW +18,47

+23,4

0,720

23

28

48

10 20 kPa

50

45

-10

0

10

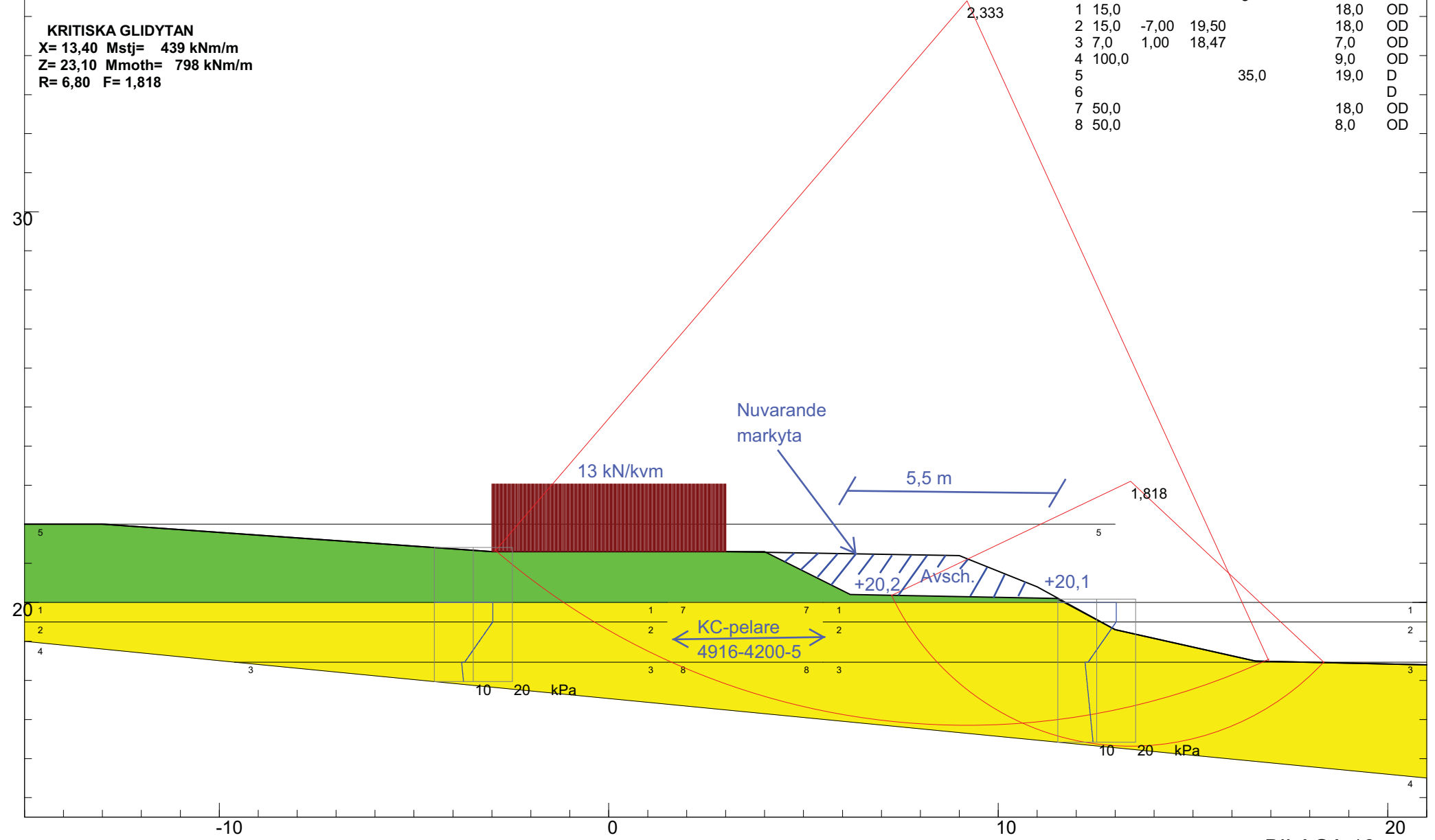
20

Tegvägen, Tyresö

Sektion B, odränerad analys - förstärkt genom avschaktning

KRITISKA GLIDYTAN
 X= 13,40 Mstj= 439 kNm/m
 Z= 23,10 Mmoth= 798 kNm/m
 R= 6,80 F= 1,818

MATERIALDATA							
Mtrl Nr	c kPa	c/z kPa/m	z	Phi gr	c' kPa	Den. kN/m3	Analys
1	15,0					18,0	OD
2	15,0	-7,00	19,50			18,0	OD
3	7,0	1,00	18,47			7,0	OD
4	100,0					9,0	OD
5				35,0		19,0	D
6							D
7	50,0					18,0	OD
8	50,0					8,0	OD



Tegvägen, Tyresö

Sektion B, kombinerad analys - aktiv skuv. i k-pelare - förstärkt m avsch.

KRITISKA GLIDYTAN
 X= 8,50 Mstj= 2 583 kNm/m
 Z= 34,70 Mmoth= 4 239 kNm/m
 R= 17,87 F= 1,641

MATERIALDATA									
Mtrl Nr	c kPa	c/z kPa/m	z	Phi gr	c' kPa	Den. kN/m3	Analys		
1	15,0			30,0	1,0	18,0			K
2	15,0	-7,00	19,50	30,0	1,0	18,0			K
3	7,0	1,00	18,47	30,0	1,0	17,0			K
4	100,0					9,0			OD
5				35,0		19,0			D
6									D
7	12,6	4,00	20,50			18,0			OD
8	19,4	2,22	18,50			8,0			OD
9	0,0					10,0			OD
10	16,6	2,80	19,50			18,0			OD

