



Skredriskutsatta områden vid ett förändrat klimat

- Konsekvenser för vattendistributionen i Göteborg

Kandidatarbete inom civilingenjörsprogrammet Väg- och vattenbyggnad

JOEL ALGULIN, MARCUS ANDREASSON, ERIK EIDMAR,
CHRISTIAN GUSTAVSSON, EMIL JOHANSSON & BJÖRN PEDERSEN

Institutionen för Bygg- och Miljöteknik
Avdelningen för Vatten Miljö Teknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2012
Kandidatarbete/rapport nr BMTX01-12-71

KANDIDATARBETE BMTX01-12-71

Skredriskutsatta områden vid ett förändrat klimat

- Konsekvenser för vattendistributionen i Göteborg

Kandidatarbete inom civilingenjörsprogrammet Väg- och vattenbyggnad

JOEL ALGULIN

MARCUS ANDREASSON

ERIK EIDMAR

CHRISTIAN GUSTAVSSON

EMIL JOHANSSON

BJÖRN PEDERSEN

Institutionen för bygg- och miljöteknik

Avdelningen för Vatten Miljö Teknik

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2012

Skredriskutsatta områden vid ett förändrat klimat
Konsekvenser för vattendistributionen i Göteborg

Kandidatarbete inom civilingenjörsprogrammet Väg- och vattenbyggnad

JOEL ALGULIN

MARCUS ANDREASSON

ERIK EIDMAR

CHRISTIAN GUSTAVSSON

EMIL JOHANSSON

BJÖRN PEDERSEN

© J. ALGULIN, M. ANDREASSON, E. EIDMAR, C. GUSTAVSSON, E. JOHANSSON, B.
PEDERSEN

Kandidatarbete BMTX01-12-71

Institutionen för bygg- och miljöteknik

Avdelningen för Vatten Miljö Teknik

Chalmers tekniska högskola

412 96 Göteborg

Telefon: 031-772 10 00

Omslag:

Foto av Säveån taget av Björn Pedersen 2012

Institutionen för bygg- och miljöteknik

Göteborg 2012

Areas with low slope stability in a changed climate

Consequences for the water distribution in Gothenburg

JOEL ALGULIN, MARCUS ANDREASSON, ERIK EIDMAR, CHRISTIAN GUSTAVSSON, EMIL
JOHANSSON, BJÖRN PEDERSEN

Department of Civil and Environmental Engineering

Division of Water Environment Technology

Chalmers University of Technology

Abstract

This report was commissioned by Gothenburg Water. The report discusses the issue of slope stability in areas with essential water mains and low slope stability and also how climate changes will affect the stability in these areas. The pipes in these areas are both wastewater pipes and mains used for distribution of drinking water in Gothenburg. The pipes have been chosen considering the requests of Gothenburg Water. The consequences of climate changes have been taken into consideration by using an analysis model with a raised ground-water level and increased erosion. The analyses have been made using SLOPE/W and material parameters from earlier geotechnical investigations.

The analyses of the slopes presented in this report show that a raised ground-water level won't significantly affect the slope stability. Erosion, on the other hand, will have a large impact. However, most of the analysed slopes already have a low stability and therefore measures need to be taken even without considering climate changes. This report includes proposals to increase the slope stability to attain current standards, both considering the present-day need and future climate changes. Further investigations need to be made before taking measures.

Skredriskutsatta områden vid ett förändrat klimat

Konsekvenser för vattendistributionen i Göteborg

JOEL ALGULIN, MARCUS ANDREASSON, ERIK EIDMAR, CHRISTIAN GUSTAVSSON, EMIL JOHANSSON, BJÖRN PEDERSEN

Institutionen för bygg- och miljöteknik

Avdelningen för Vatten Miljö Teknik

Chalmers tekniska högskola

Sammandrag

Rapporten har skrivits på begäran av Göteborg Vatten. Den behandlar släntstabilitet i områden med stora vattenledningar och låg släntstabilitet samt hur klimatförändringar påverkar stabiliteten i dessa områden. Ledningarna i dessa områden är både dricksvattenledningar och avloppsledningar och har valts med hänsyn till Göteborg Vattens önskemål. Klimatförändringarnas konsekvenser har tagits hänsyn till genom att använda en analysmodell med en höjd grundvattennivå och ökad erosion. Analysen har gjorts med SLOPE/W och materialparametrar har hämtats från tidigare geotekniska undersökningar.

Analyserna av slänterna som presenteras i denna rapport visar att en höjd grundvattennivå inte kommer påverka släntstabiliteten nämnvärt. Erosion kommer däremot ha en stor inverkan. Merparten av de analyserade slänterna har redan i dagsläget en för låg släntstabilitet och åtgärder behöver därför genomföras även utan att ta hänsyn till framtida klimatförändringar. Rapporten innehåller åtgärdsförslag för att öka släntstabiliteten så att nuvarande krav uppnås, både för dagens samt framtida behov. Ytterligare undersökningar krävs dock innan åtgärder kan utföras.

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Syfte.....	1
1.2	Problem/Uppgift	1
1.3	Avgränsningar.....	1
1.4	Metod/Genomförande.....	2
2.	Beräkningsförutsättningar	3
2.1	Faktorer som påverkar en slänts stabilitet.....	3
2.1.1	Grundvattensituationen i slänter vid Göta älv	3
2.1.2	Erosion.....	4
2.1.3	Kvicklera	5
2.1.4	Framtida havsnivå	5
2.2	Beräkningsfaktorer.....	6
2.3	Förstärkningsåtgärder	8
2.3.1	Omdisponering av jordmassor	8
2.3.2	Porttryckssänkning	8
2.3.3	Kalk-cementpelare	9
2.3.4	Spont	10
2.3.5	Pålning	11
2.3.6	Jordskruv	11
2.3.7	Saltinjektering	13
3	Områdesbeskrivningar	14
3.1	BäckeboL	15
3.2	Lärjeholm.....	16
3.3	Marieholm	17
3.4	Angered Hjällbo.....	18
3.5	Angered Eriksbo	19
3.6	Kallebäck	20
3.7	Utby Sävåån.....	21
3.8	Uggledal.....	22
4	Släntstabilitetsanalyser	23
4.1	BäckeboL	24

4.2 Lärjeholm.....	24
4.3 Marieholm.....	24
4.4 Angered Hjällbo.....	25
4.5 Angered Eriksbo	25
4.6 Kallebäck	25
4.7 Utby Säveån.....	25
4.8 Uggle dal.....	26
5 Åtgärdsförslag	27
5.1 Bäckebol	28
5.2 Lärjeholm.....	29
5.3 Marieholm.....	30
5.4 Angered Hjällbo.....	31
5.5 Angered Eriksbo	31
5.6 Kallebäck	32
5.7 Utby Säveån.....	32
5.8 Uggle dal.....	33
6 Diskussion och slutsatser	34
Referenser.....	
Bilaga 1	
Bilaga 2	

1 Inledning

Framtida klimatförändringar, med ökad nederbörd, förväntas resultera i att tillströmningen av vatten i västra Sverige ökar enligt Svenskt Vatten (2007). Detta kan leda till att grundvattennivån stiger samt att ett ökat flöde i vattendrag ger en ökad erosion. Dessa är två faktorer som kan påverka risken för ras och skred i utsatta områden. Skulle detta scenario inträffa kan Göteborgs vatten- och avloppsnät påverkas, eftersom delar av stadens dricksvatten- och avloppsledningar är dragna genom skredriskområden. Om de ovan nämnda faktorerna ger en ökad risk för skred kan också risken för brott på ledningsnät, och som följd de potentiella kostnaderna för akuta åtgärder, öka.

Med ovanstående som bakgrund är uppdraget att, för Göteborg Vatten, undersöka eventuella effekter av en framtida klimatförändring. Genom att räkna med förhöjd grundvattennivå och erosionens effekter kan det undersökas hur kända skredriskområden kan komma att påverkas.

1.1 Syfte

Syftet med projektet är att kontrollera om skredrisken i områden med låg släntstabilitet, där viktiga vatten- och avloppsledningar finns, förändras gentemot dagens läge på grund av framtida klimatförändringar. Tänkbara åtgärder för att minska skredrisken ska också tas fram tillsammans med hur dessa åtgärder påverkar stabiliteten i slänterna. Rapporten ska sedan kunna användas som underlag för bedömning av om åtgärder behövs eller inte.

1.2 Problem/Uppgift

Göteborg Vatten har sett ett samband mellan områden med låg släntstabilitet och antalet ledningsbrott. Uppgiften är därför att undersöka hur klimatförändringar kan påverka stabiliteten i ett antal utvalda slänter. En eventuellt försämrad stabilitet skulle kunna leda till större driftskostnader och stora störningar på vatten- och avloppsnäten. De slänter som undersöks i rapporten har valts med utgångspunkt i att dricksvatten- och avloppsledningar är dragna genom eller i närheten av dessa samt att de sedan tidigare har en dokumenterat hög skredrisk.

Uppgiften består också av att ge förslag på åtgärder för att stabilisera slänter där säkerhetsfaktorn är för låg samt att beräkna hur dessa åtgärder påverkar stabiliteten.

1.3 Avgränsningar

Denna rapport berör utvalda områden med dokumenterad dålig släntstabilitet, där ledningar från Göteborg Vattens distributionsnät och avlopp finns placerade. Dessa områden är valda, i samråd med Göteborg Vatten, utifrån ledningarnas dimension. Ju större dimension desto mer intressant, då dimensionen är relaterbar till antalet brukare. Områdena är Bäckebo, Lärjeholm, Angered Hjällbo, Angered Eriksbo, Marieholm, Kallebäck, Utby Sävån samt Uggleedal.

De utvalda områdenas släntstabilitetsförändring, på grund av framtida klimatförändringar, ska sedan undersökas. En beräkningsmodell som tar hänsyn till framtida klimatförändringar har därför tagits fram. Vid undermålig släntstabilitet ska åtgärdsförslag och deras påverkan undersökas samt prisförslag för dessa åtgärder presenteras.

1.4 Metod/Genomförande

Information om vilka områden som ska behandlas tas fram genom att jämföra en karta över vatten- och avloppsledningsnätet med en karta över skredriskområden. De områden som väljs är av följande karaktär: stora viktiga ledningar i områden där skredrisken sedan tidigare är hög. Vilka områden som behandlas i rapporten beror på önskemål från Göteborg Vatten.

Då analyser av nuvarande släntstabilitet redan har gjorts på de utvalda områdena kan tidigare beräkningar erhållas från Stadsbyggnadskontoret (SBK). Informationen från SBK används sedan för att i SLOPE/W modellera slänterna och beräkna stabiliteten på dessa. Information om grundvatten- och älvnivåer erhålls från Göta älv-utredningen som genomförts av Statens Geotekniska Institut (SGI). Två sorters analyser görs på slänterna: kombinerad och odränerad. Erforderlig säkerhetsfaktor bestäms av faktorer som till exempel förekomst av kvicklera, antalet geotekniska undersökningar och vilka konsekvenser ett skred skulle resultera i. Baserat på tillgängliga data om grundvattenhöjning, älvnivå och erosion tas ett rimligt dimensionerande framtidsscenario med de minst gynnsamma faktorerna fram. Släntstabiliteten räknas sedan om med ny information om markförhållanden beroende på klimatförändringar.

Efter detta analyseras resultaten och eventuella åtgärder föreslås. Åtgärdsförslagen baseras på Skredkommissionen (1996) samt Larsson (2007). Rapporten behandlar även hur kvicklera uppkommer, hur närvaro av kvicklera påverkar stabiliteten i en slänt, hur detta tas hänsyn till vid beräkning och hur en släntstabilitetsberäkning genomförs.

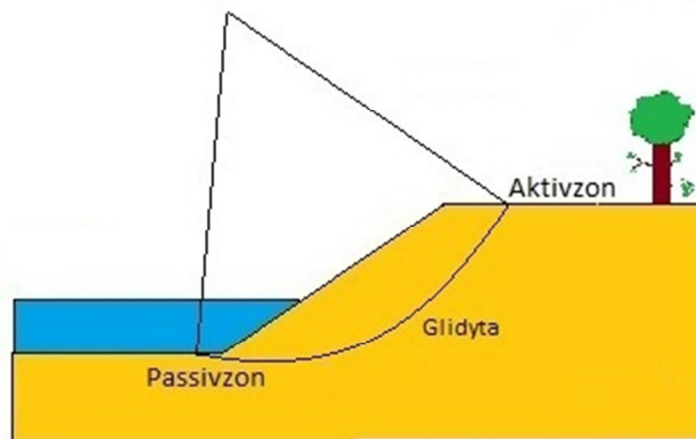
2. Beräkningsförutsättningar

I detta avsnitt presenteras de förutsättningar som råder för att kunna göra en modell av hur slänterna ser ut i framtiden och för att kunna beräkna stabiliteten hos dessa.

Information om slänterna kommer från tidigare utförda geotekniska undersökningar som hämtas från Göteborgs stadsbyggnadskontor.

2.1 Faktorer som påverkar en slänts stabilitet

Stabiliteten i en slänt påverkas av en rad olika faktorer enligt Hultén (2005), som delas upp i inre och yttre. De inre faktorerna som har stor påverkan på stabiliteten är släntens höjd, lutning samt de olika jordlagrens massor. Även yttre faktorer spelar stor roll. Exempel på dessa är stora laster vid släntens överkant i aktivzon och, för de fall där en slänt ligger vid ett vattendrag, erosion vid släntfot i passivzonen samt en mothållande kraft i släntens passivzon på grund av vattnets tyngd. Ytterligare viktiga faktorer är rådande porvattentryck som bland annat beror av grundvattenytans nivå och dräneringsförhållanden samt omgivande markförhållanden.



Figur 1 Tvärsnitt med redovisad aktivzon, passivzon och glidyta i en slänt

2.1.1 Grundvattensituationen i slänter vid Göta älv

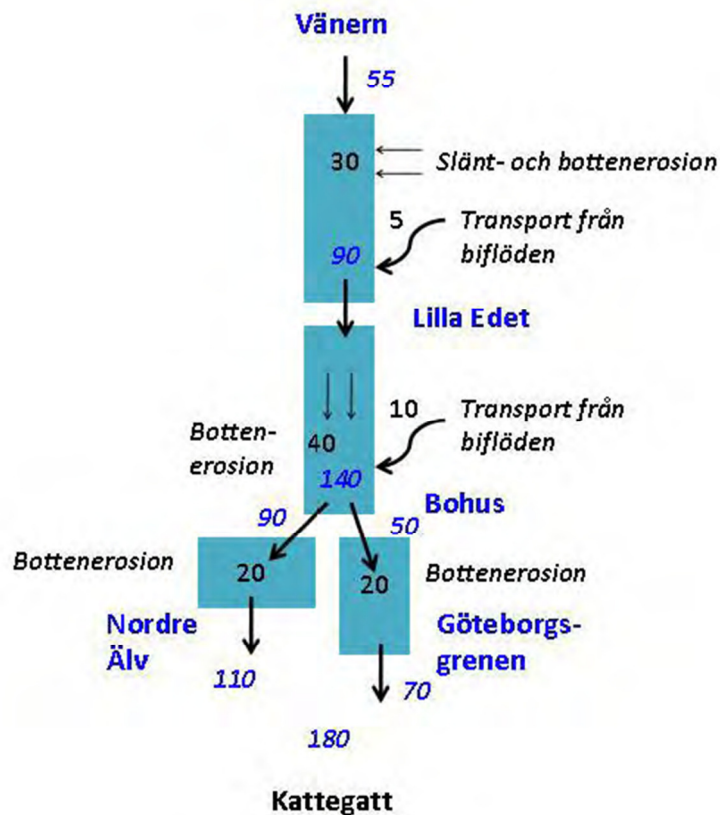
I områdena kring Göta älv har det gjorts en stor undersökning, Göta älvutredningen, på hur grundvattennivåerna är idag. Undersökningen visar att grundvattenytan i det övre grundvattenmagasinet varierar inom torrskorpan enligt Persson m.fl. (2011:s.9). Grundvattenytan ansluter alltid till älvens vattennivå och grundvattenytan nära strandkanten styrs därför av älvnivån. Det är främst i flacka partier som det övre grundvattenmagasinet når upp till markytan. Variationsbredden i grundvattenytan kan här uppgå till så mycket som torrskorpans tjocklek, men den kan antas vara mindre i områden med väldigt tjock eller väl-dränerad torrskorpa och i områden med kraftig lutning.

Persson m.fl. (2011:s.9) skriver att då den typiska jordlagerföljden i Göta älvdalen är friktionsjord eller berg överlagrad med lera, fås också ett undre grundvattenmagasin med ett artesiskt tryck som oftast ligger på 1-2 m över markytan. Det finns dock enstaka punkter där högre tryck på upp till 7 m över markytan har mätts upp. Den årliga variationsbredden i de undre grundvattenmagasinen är vanligtvis 1,0-2,5 m.

I Göta älvtredningen har även en undersökning på hur grundvattennivån kommer förändras vid olika framtidsscenarion gjorts. Undersökningen visar på en ökning av grundvattennivåns variationsbredd med 25-50% vilket skulle ge variationer på 1,5-3,5 m enligt Blied m.fl. (2011:s.10). Vidare skriver Blied m.fl. (2011:s.13) att detta bedöms ge en ökning av den högsta grundvattennivån med 0,3 m. I slutna grundvattenmagasin kan dock bräddning begränsa denna ökning.

2.1.2 Erosion

För att kunna se var i älven erosion sker och hur omfattande den är togs en sedimentbudget fram under Göta älvtredningen. En sedimentbudget beskriver hur mycket sediment som tillförs, sedimenterar, och bortförs, eroderar, i olika delar av ett vattendrag. Sammanlagt har 180 kton sediment per år bedömts nå havet via Nordre älv och Göteborgsgrenen enligt Rydell m.fl. (2011:s.90). I utredningen antas att bottenerosionen i Göteborgsgrenen av älven är 20 kton/år.



Figur 2 – Sedimentbudget för Göta älv i kton/år för dagens förhållanden. Rydell m.fl. (2011:s.90)

I Rydell m.fl. (2011:s.80) står det att erosionen i Göta älv i dagsläget har beräknats ge en medelbottenförändring på -0,8 cm/år i Göteborgsområdet. Då klimatförändringar väntas ge upphov till ökad nederbörd kan en ökning av flödena i älven förväntas och en beräkning av framtida erosion visar att den kan komma att ligga på mellan -10 cm/år och -73 cm/år, beroende på flöde.

Vidare hävdar Rydell m.fl. (2011:s.30) att i stort sett hela Göta älv har försetts med erosionsskydd av sprängsten under 1960- och 1970-talet. Det är dock svårt att bedöma utbredningen av dessa under vatten och hur långt ut i vattnet de har placerats, särskilt då ingen dokumentation på hur dessa har anlagts finns. Det har dock gjorts undersökningar med sidescan sonar, ett sorts ekolod som ger en 3D-bild av botten. Resultatet av undersökningarna tyder på att det finns erosionsskydd under vatten längs älven, men att de på flera ställen glidit ut mot djupfåran och därmed inte ger skydd där det behövs enligt Rydell m.fl. (2011:s.33).

2.1.3 Kvicklera

Leror som har avsatts i saltvatten får en speciell struktur där saltet binder samman lerpartiklarna till större klumpar, kallade aggregat, vilket bildar en mer stabil sammansättning med ett stort vatteninnehåll enligt Statens Geotekniska Institut (2012). Vidare beskrivs att leror avsatta i havet har stigit upp över havsnivån på grund av landhöjningen. Detta leder till att de utsätts för regn och/eller sött grundvatten vilket sakta lakar ut salterna i leran. Enligt Rankka (2003) innebär salternas urlakning ur leran att denna får svårt att omflockuleras, vilket innebär att lerpartiklarna inte längre kan bindas samman och bilda stabila aggregat. Statens Geotekniska Institut (2012) beskriver ytterligare att då denna process fortgår under många tusen år kommer de krafter som håller ihop kornskelettet att långsamt försvagas. Störs leran i ett försvagat stadie, till exempel vid skred, finns därför risk för att strukturen ändras från fast till flytande och att den förlorar nästan hela sin hållfasthet. Denna typ av störningskänslig lera kallas kvicklera. Om en slänt innehåller kvicklera föreligger större risk för stora skred, på grund av att det vid skred ofta uppstår en kedjereaktion med flera följdskred.

I Sverige är det vanligt med kvicklera längs västkusten, enligt Nationalencyklopedin (*Kvicklera*, 2012) och det finns dokumenterat hos SBK på ett flertal platser i Göteborgsområdet. Därför bör eventuell förekomst av kvicklera tas i beaktande vid beräkningar av släntstabiliteter.

2.1.4 Framtida havsnivå

Bergström (2011) skriver att havsnivån utanför Göteborg kommer att stiga fram till 2100, men ökningen kommer att vara mindre än den globala havsnivåhöjningen på grund av landhöjningen. Denna nettoändring i Göteborg, i förhållande till 1990 års nivå, kommer troligtvis inte överskrida cirka 12 cm fram till år 2050 och 65 cm till år 2100, gentemot den globala ökningen på 30 cm till år 2050 och 1 m till år 2100. Nivån i den nedre delen av Göta älv beror av den rådande havsnivån, varför även älvnivån kommer att påverkas av den framtida havsnivåhöjningen.

Höjningen av älvnivån, till följd av havets nettoändring, kommer att bidra till en förbättrad släntstabilitet. När älvytans nivå stiger i förhållande till den omgivande marken kommer passivzonens mothållande kraft att öka i förhållande till aktivzonens pådrivande kraft, vilket resulterar i en positiv inverkan på släntstabiliteten. Ett konservativt scenario som skulle ge upphov till en låg mothållande kraft är ifall älvnivån behåller dagens nivå. Detta får som konsekvens att den positiva inverkan på släntstabiliteten som en älvnivåhöjning har inte tas med i beräkningarna för det dimensionerande framtidsscenarioet och att de framräknade säkerhetsfaktorerna blir konservativa.

2.2 Beräkningsfaktorer

Hultén (2005) skriver att vid beräkningar av stabilitet i en slänt används säkerhetsfaktorn F för att beskriva säkerheten mot brott. Säkerhetsfaktorn F definieras som "förhållandet mellan skjuvhållfasthetens medelvärde utefter en tänkt glidyta, τ_f , och motsvarande mobiliserade skjuvspänning τ_{mob} ".

Denna definition beskrivs enklare som förhållandet mellan mothållande och pådrivande krafter. Ju större säkerhetsfaktor desto mindre risk för ras. Säkerhetsfaktorn ska vara så stor som möjligt för att minimera risken för ras. En faktor F på mindre än 1,0 beskriver en slänt där de pådrivande krafterna är större än de mothållande, vilket teoretiskt innebär att slänten rasar. Riktvärdet för stabilitetsfaktorns storlek, för att slänten ska anses vara stabil, beror dels på vilken analysmetod som används och dels på omkringliggande markegenskaper.

Tre analysmetoder som används vid beräkning av släntstabiliteten är dränerad, odränerad och kombinerad analys.

Rogbeck (2007:s.19) skriver att om det inte sker någon portrycksutjämning, till exempel i täta material som lera, används den odränerade analysen och skjuvhållfastheten antas vara konstant med djupet. Vidare beskrivs att den dränerade analysen utgår från att en portrycksutjämning i de undersökta materialen har skett, vilket innebär att skjuvhållfastheten varierar med djupet. Den kombinerade analysen kan användas om de olika jordlagren i en glidyta har olika dräneringsfall, alltså både dränerade och odränerade skikt.

Tabell 1 Säkerhetsfaktorer. F_c =odränerad, F_{komb} =kombinerad Skredkommissionen (1995)

Skede	Markanvändning			
	Nyexploatering	Befintlig bebyggelse och anläggning	Annan mark	Naturmark
Geoteknisk besiktning och överslagsberäkning	Minst detaljerad utredning skall utföras	$F_c > 2 +$ $F_{c\phi} > 1,5$	$F_c > 2 +$ $F_{c\phi} > 1,5$	F_c, F_{komb} och $F_\phi > 1$ (Under förutsättning att omgivande mark ej påverkas)
Detaljerad utredning	$F_c \geq 1,7 - 1,5 +$ $F_{komb} \geq 1,45-1,35$ $F_\phi \geq 1,3$ (sand)	$F_c \geq 1,7 - 1,5 +$ $F_{komb} \geq 1,45-1,35$ $F_\phi \geq 1,3$ (sand)	$F_c \geq 1,6 - 1,4 +$ $F_{komb} \geq 1,4-1,3$ $F_\phi \geq 1,3$ (sand)	F_c, F_{komb} och $F_\phi > 1$ (Under förutsättning att omgivande mark ej påverkas)
Fördjupad utredning (och kompletterande utredning)	$F_c \geq 1,5 - 1,4 +$ $F_{komb} \geq 1,35-1,30$ $F_\phi \geq 1,3$ (sand)	$F_c \geq 1,4 - 1,3 +$ $F_{komb} \geq 1,30-1,20$ $F_\phi \geq 1,3-1,2$ (sand) Under förutsättning att restriktioner införs.	$F_c \geq 1,3 - 1,2^* +$ $F_{komb} \geq 1,2-1,15^*$ $F_\phi \geq 1,2-1,15$ (sand) *) Lägre värden avser befintlig anläggning av mindre betydelse	F_c, F_{komb} och $F_\phi > 1$ (Under förutsättning att omgivande mark ej påverkas)

Då områdena Lärjeholm, Angered Hjällbo samt Angered Eriksbo har utretts översiktligt har kraven för säkerhetsfaktorer för odränerad och kombinerad analys varit $F_c > 2$ respektive $F_{komb} > 1,5$ enligt Skredkommissionen (1995).

Områdena Bäckebol, Marieholm, Kallebäck, Utby Sävåån samt Uggleddal har utretts detaljerat. Vidare beskriver Skredkommissionen (1995) att kraven för säkerhetsfaktorer för odränerad och kombinerad analys har då varit $F_c > 1,7 - 1,5$ respektive $F_{komb} > 1,45 - 1,35$. Vid förekomst av kvicklera används det högre värdet på säkerhetsfaktorn, 1,7, för att beräkningarna ska vara konservativa.

2.3 Förstärkningsåtgärder

Enligt Skredkommisionen (1996) är omdisponering av jordmassor en av de vanligaste förstärkningsmetoderna för slänter. Alternativ till detta är att sänka portrycken eller att införa stabiliserande element. En kombination av olika åtgärder är aktuellt i många fall.

2.3.1 Omdisponering av jordmassor

Skredkommisionen (1996) skriver att avschaktning av släntkrön är en av de mest använda metoderna för förstärkning av slänter, då åtgärden både är enkel att utföra samt kostnadseffektiv. Vidare beskrivs att metoden ger beräkningsmässigt god effekt vid odränerad analys med djupa glidytor, men att effekten däremot är relativt dålig för dränerad och kombinerad analys samt för slänter där brant lutning är en starkt bidragande orsak till instabiliteten. I de fall en slänts instabilitet till stor del beror på högt portryck är metoden olämplig på grund av att även mothållande krafter reduceras avsevärt under schaktning. Metoden fungerar således bäst enligt Skredkommisionen (1996) för slänter med måttlig lutning, som består utav normalkonsoliderad eller svagt överkonsoliderad lera och där hållfasthetsökningen med djupet är liten vilket resulterar i djupa glidytor.

En annan metod för att öka släntstabiliteten är uppfyllnad av material vid släntfot enligt Skredkommisionen (1996). Denna metod ger en god effekt vid odränerad, dränerad samt kombinerad analys och djupa glidytor, men fungerar sämre vid slänter med stor lutning och grunda glidytor, då uppfyllnad vid släntfot ger liten eller ingen effekt. Vidare beskriver Skredkommisionen (1996) att uppfyllnad vid släntfot fungerar bra även när en låg stabilitet beror av ett högt porvattentryck i slänten.

Ytterligare en metod som kombinerar de två ovan beskrivna åtgärderna och som fungerar bra i slänter där instabiliteten beror på att de är branta är utfläckning av slänten enligt Skredkommisionen (1996). Jordmassor flyttas då från släntkrön till släntfot för att jämna ut slänten och på så sätt minska dess lutning.

2.3.2 Portryckssänkning

Skredkommisionen (1996) skriver att en slänts stabilitet ofta beror på portryckets inverkan i släntens vattenförande skikt. Detta gäller speciellt då det omgivande markområdet ger upphov till mycket höga eller artesiska tryck i de vattenförande skikten i slänten. Därför är det i många fall direkt avgörande för släntens stabilitet att inte vissa tryck i skikten överskrids.

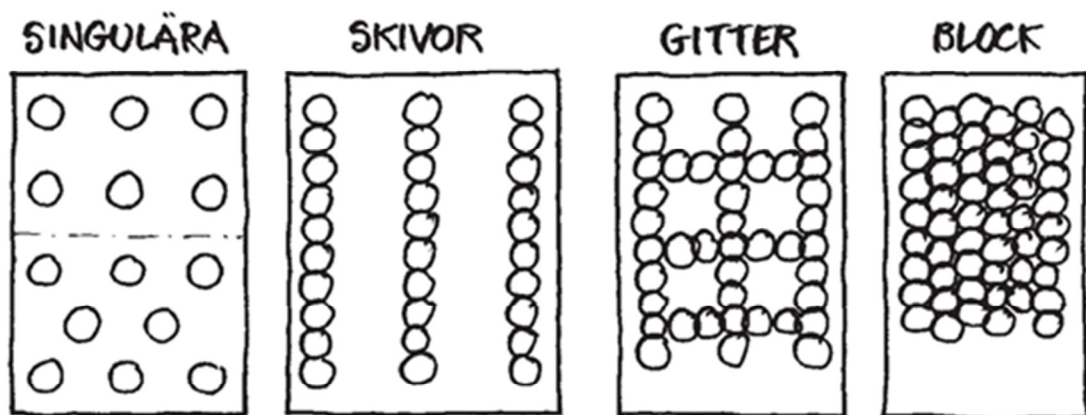
Portryckssänkande åtgärder används vanligen för att säkerställa att portrycket i en slänt inte överskrider den normala trycknivån enligt Skredkommisionen (1996), men den kan även användas för att sänka trycket under det normala om detta skulle krävas. En portryckssänkning kan dock ge upphov till sättningar och hänsyn måste därför tas till de konsekvenser den kan få.

I Skredkommisionen (1996) står att den vanligaste metoden för att påverka portrycket är att använda sig av öppna rör som genom självtryck dränerar slänten. Vid mer komplicerade fall kan även mer automatiserade system med pumpar användas. Vidare står det skrivet att ytterligare stabiliseringsökande åtgärder ofta anses nödvändiga, då de ovan beskrivna portryckssänkande åtgärderna anses vara kortsiktiga eftersom någon form av organisation måste upprättas för att serva systemen vid långvarig användning.

2.3.3 Kalk-cementpelare

Användning av kalk-cementpelare (KC-pelare) är, enligt Skredkommisionen (1996), en metod för djupstabilisering av finkornig jord. KC-pelarna tillverkas på plats genom att ett roterande verktyg borrar ner i jorden till önskat djup.

Verktyget sprutar därefter med högt tryck ut kalk, eller en blandning av kalk och cement, på dess väg mot ytan igen. Stabiliseringsmedlen reagerar med jorden och bildar en förstärkt pelare, med betydligt högre hållfasthet än den ursprungliga jorden. Skredkommisionen (1996) skriver att i de fall då stabilitetsproblem föreligger måste processen ske under stor försiktighet och i etapper, så att inte omrörningsprocessen ger upphov till en för stor hållfasthetsreduktion på en stor yta. Förekomst av kvicklera i en slänt är ett exempel på ett stabilitetsproblem där extra försiktighet måste vidtas vid installationen, men där åtgärden ger bra resultat när den väl är på plats. Detta på grund av att pelarna blir homogena och därmed får en god hållfasthet förklarar Alén¹. För att undvika en tillfällig hållfasthetsreduktion kan en temporär förstärkningsåtgärd, exempelvis en spont, användas vid installationen av KC-pelare. Singulärt placerade pelare tar endast upp axiala krafter, så för att kunna ta upp krafter i andra riktningar gjuts pelarna så att de griper i varandra och bildar samverkande mönster enligt Svenska Geotekniska Föreningen (1995), se figur 3.



Figur 3 – Pelarmönster. Svenska Geotekniska Föreningen (1995)

¹ Claes Alén (Professor Geoteknik, Chalmers Tekniska Högskola) intervjuad av författarna den 27 mars 2012

Det mönster som används vid stabilitetsförstärkning av slänter är skivor, förklarar Alén². Gittermönstret används för att ta upp vibrationer och har till exempel använts av Trafikverket i projektet Bana Väg i Väst, där vibrationerna från höghastighetståg måste tas upp för att inte initiera skred. Block används enligt Alén² normalt inte i leror.

Enligt Wiberg³ kostar installation av KC-pelare ca 70 kr per löpmeter för områden där sammanlagt över 70 000 löpmeter KC-pelare sätts, räknat med en standarddiameter på 600 mm och 25 kg kalkcement/m. På detta tillkommer en etableringskostnad på ca 80 000 kr. Dessa värden kan användas som ett riktvärde för att beräkna kostnaden för åtgärderna i de olika områdena.

2.3.4 Spont

Förstärkning med spont används ofta som ett komplement till andra åtgärder eller som en tillfällig förstärkning vid arbete som t.ex. schaktning, installation av KC-pelare eller omgrävning av vattendrag enligt Skredkommisionen (1996). Vidare beskrivs att då spont oftast används som tillfällig åtgärd är de vanligtvis utformade för att enkelt kunna tas tillvara och återanvändas efter utfört arbete, ifall det är möjligt ur stabilitets- och kostnadssynpunkt. Vid förstärkning av slänter installeras sponten till ett djup som skär den glidyten med önskad lägsta säkerhetsfaktor. På det sättet motverkar sponten de pådrivande krafter slänten utsätts för. Att spont främst används som en tillfällig åtgärd beror dels på dess höga kostnad och dels på att i de fall spont används som permanent åtgärd, blir ofta fallet att glidyten ligger djupt och sponten inte har tillräcklig styvhet, enligt Alén⁴. Om möjligt, vid mäktiga djup, kan dock sponten förankras i berg för att öka styvheten och den mothållande kraften. Spontning används med fördel i slänter med litet jorddjup och begränsad utsträckning.

Kostnaden för att slå spont uppgår till 10,50 kr/kg förklarar Aronsson⁵. En vanlig spont som används av Hercules grundläggning AB för att förstärka likartade områden är Larssen 603. Denna spont väger ca 108 kg/m². På detta tillkommer kostnader för förankring, hammarband mm. samt en etableringskostnad på ca 30-40 000 kr säger Olsson⁶.

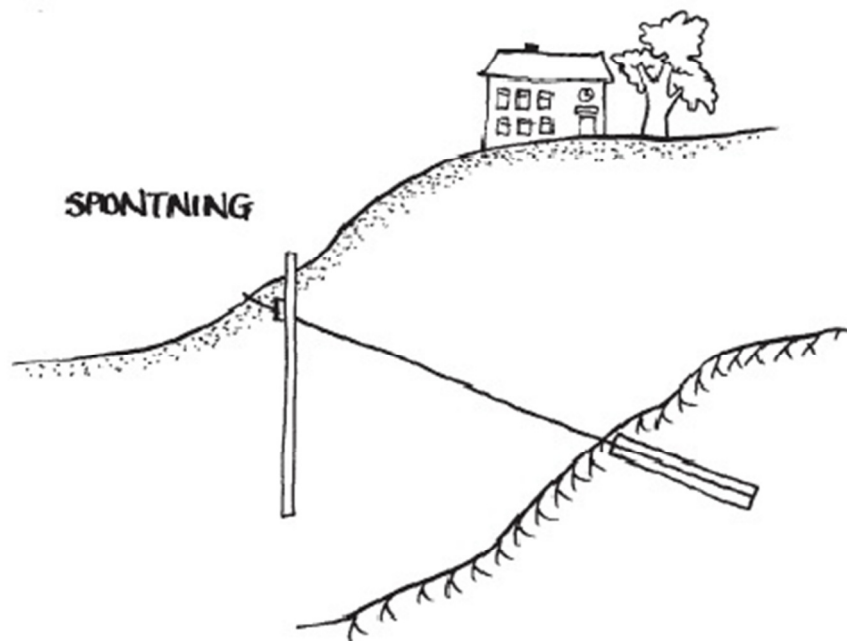
² Claes Alén (Professor Geoteknik, Chalmers Tekniska Högskola) intervjuad av författarna den 27 mars 2012

³ David Wiberg (Geotechnical Engineer, LCM) intervjuad av författarna den 25 april 2012

⁴ Claes Alén (Professor Geoteknik, Chalmers Tekniska Högskola) intervjuad av författarna den 25 april 2012

⁵ Magnus Aronsson (Platschef stål, Hercules grundläggning AB) intervjuad av författarna den 15 maj 2012

⁶ Mats Olsson (Regionschef syd, Hercules grundläggning AB) intervjuad av författarna den 15 maj 2012



Figur 4 – Förankring av spont. Skredkommisionen (1996)

2.3.5 Pålning

Vid stabilisering av slänter används pålning framförallt för att föra ner yttre laster till ett djup där lasterna inte påverkar släntstabiliteten enligt Skredkommisionen (1996). Hänsyn tas också till att kohesionen mellan jord och påle skapar en påhängskraft i den del av pålen som ligger i glidytan, vilket ger en stabiliserande effekt.

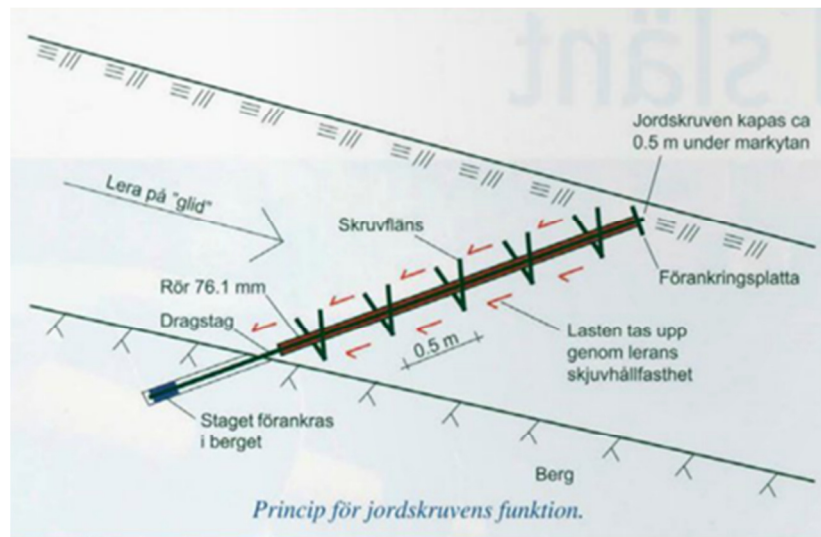
Skredkommisionen (1996) beskriver att då det inte går att påräkna någon avskjuvningskraft för pålarna brukar ett antal av dem slås med en lutning på vanligtvis 4:1. På så sätt kan pålarna även ta upp horisontella krafter och bidrar därmed mer till stabilisering av slänten.

2.3.6 Jordskruv

Larsson (2007) beskriver i sin rapport hur stabiliteten i en slänt kan förbättras med hjälp av jordskruv. Metoden beskrivs som en relativt ny förstärkningsåtgärd som bedöms fungera bäst i lerslänter. Jordskruvorna består av skruvskär som svetsas på en rörpåle och enligt Lindberg⁷ har den hittills längsta jordskruv som satts uppgått till 35 m. Vidare beskriver Larsson (2007) att skruvarna installeras med en minsta vinkel på mellan 30 och 40 grader i förhållande till bergets lutning, eftersom en mindre vinkel kan medföra att borrhölen på jordskruvens stag glider längs bergytan.

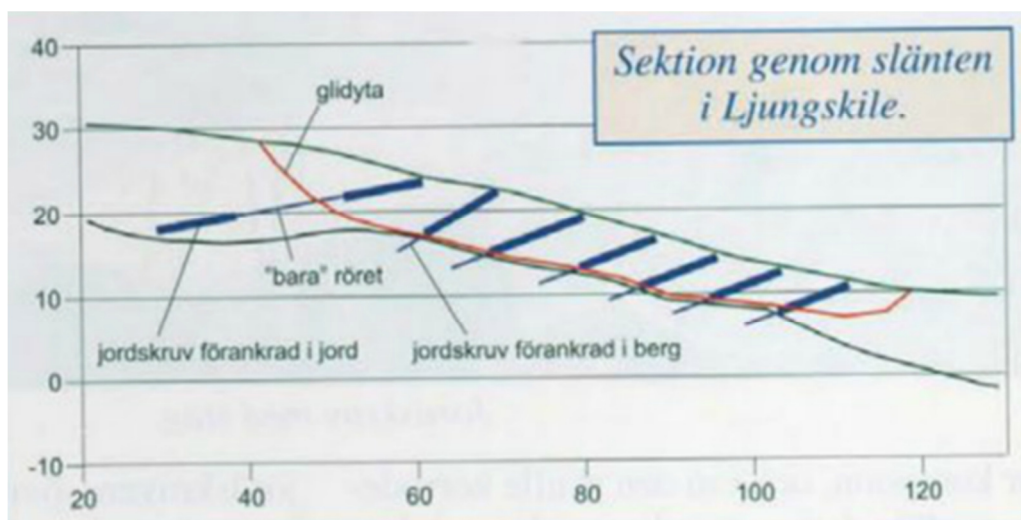
⁷ Daniel Lindberg (Geotekniker, Bohusgeo AB) intervjuad av författarna den 21 mars 2012

Larsson (2007) beskriver ytterligare att jordskruven roteras ner i marken, antingen ner till berg eller en bit in i friktionsjord. Vid berg roteras skruven baklänges 5-10 cm så att den inte är i kontakt med berget, innan det inuti jordskruven installeras ett stag som borrar ner och förankras i berget. För både bergs- och friktionsjordsförankring injekteras sedan utrymmet mellan staget och röret med betong innehållande expanderande tillsatsmedel. Innan betongen har härdnat provdrages staget till föreskriven provdragningslast, varefter det avlastas till den permanentlast som staget ska lämnas med. Detta gör att lasten tas upp genom lerans skjuvhållfasthet, se figur 5.



Figur 5 – Princip för jordskruvens funktion. Larsson (2007)

Larsson (2007) beskriver vidare i sin rapport att vid installation i friktionsjord finns det två olika angreppssätt till jordförankringen: jordskruven kan förses med skär längs hela dess längd eller så kan den optimeras genom att endast använda röret som en förbindelselänk mellan två aktiva jordskruvssegment, se figur 6.



Figur 6 – Princip för jordskruvens förankring. Larsson (2007)

Larsson (2007) redogör för positiva och negativa egenskaper vid användning av jordskruv:

- Liten störning i samband med installationen
- Full friktion direkt efter installationen
- Ingen rörelse behöver utbildas i slänten för att mobilisera den stabilitetsförbättrande kraften
- Bra skydd mot korrosion
- Enkelt att vid behov komplettera med ytterligare jordskruvar i framtiden
- Markområdet där installationen utförs kan återställas till ursprungligt skick

En nackdel är att det krävs relativt många sonderingar för att klarlägga bergets lutning samt områdets lermäktighet.

Enligt Lindberg⁸ är kostnaden för jordskruv ca 500 kr per meter installerad skruv. Det tillkommer även en engångskostnad för etablering på ca 3000-5000 kr per område.

2.3.7 Saltinjektering

Enligt Alén⁹ bildas kvicklera genom urlakning av salter under lång tid vilket ger upphov till en störningskänslig lera, så kallad kvicklera. För att åtgärda denna störningskänsliga lera finns teorier om att saltinjektering kan återskapa den tidigare stabilare strukturen.

Alén⁹ förklarar att urlakning av leran, på grund av dess låga permeabilitet, sker under mycket lång tid, tusentals år, vilket skulle innebära att även återföring av salt skulle ta motsvarande tid. Denna metod är därför inte praktiskt tillämpbar med dagens teknik, men med fortsatt forskning kan det eventuellt bli en användbar metod i framtiden enligt Alén⁹.

⁸ Daniel Lindberg (Geotekniker, Bohusgeo AB) intervjuad av författarna den 30 april 2012

⁹ Claes Alén (Professor Geoteknik, Chalmers Tekniska Högskola) intervjuad av författarna den 27 mars 2012

3 Områdesbeskrivningar

De nedan presenterade områdesbeskrivningarna bygger på tidigare undersökningar genomförda av Sweco Infrastructure AB, samt egna observationer efter besök på de berörda platserna.

Informationen rörande jordlagerföljd och sensitivitet för de aktuella slänterna är hämtade från Sweco Infrastructure AB:s sedan tidigare framtagna rapporter samt Göteborg Vattens databas.

De berörda dricksvatten- samt avloppsledningarnas positioner har bestämts med hjälp av Göteborg Vatten.

Detaljerad information om erosion i Lärjeån och Säveån saknas och därför räknas inte erosionens inverkan med i områdena kring dessa åar.

3.1 Bäckebol

Genom det berörda området rinner Göta älv. Längs med strandkanten ligger ett erosionsskydd bestående av sprängsten. Detta skydd är dock inte intakt; ett antal mindre hål har bildats i skyddet. Ett industriområde med blandad bebyggelse är beläget på älvens västra sida. Bebyggelsen består utav större industrilokaler samt större asfalterade eller grusade avställningsplatser. På den östra sidan av älven ligger en komposteringsanläggning.

De berörda dricksvattenledningarna som går genom området är en 1000 mm ledning mellan fastlandet och Hisingen, som delar upp sig i två 800 mm ledningar vid sträckningen under Göta älv. På andra sidan älven sammanförs återigen de två 800 mm ledningarna till en 1000 mm ledning.

Sweco (2011a:s.12) beskriver att det finns kvicklera i området som påverkar de två beräkningssektioner som ligger på västra sidan av Göta älv, H147-K2 och H147-K3. Då alla tre slänterna ligger i anslutning till Göta älv påverkas de i hög grad av erosion.

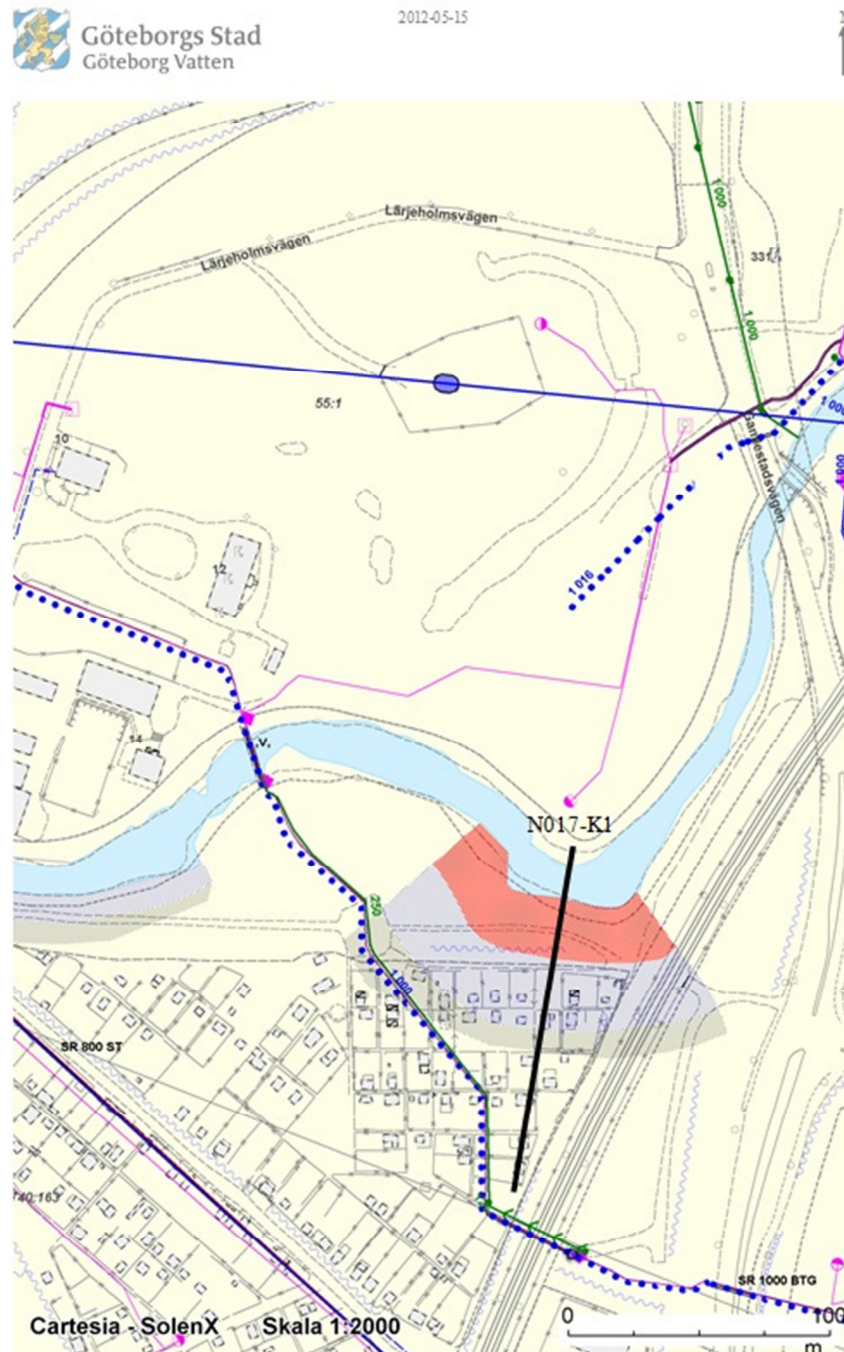
Enligt Sweco (2011a:s.11) består jordlagerföljden på den västra sidan av 2-3 m torrskorpelera, följt av 12-20 m lera, underlagrat av friktionsjord. På den östra sidan består jordlagerföljden, enligt Sweco (2011b:s.7), av 3-7 m friktionsjord och under detta finns ett antal lerlager. Jordlagerföljden under älven består av lera, där de översta 5-6 m har något lägre hållfasthet än de andra lerlagren.



Figur 7 – Översiktsbild Bäckebol. Göteborg Vatten (2012)

3.2 Lärjeholm

Enligt Sweco (2011c:s.7) ligger området vid ett koloniområde i anslutning till Lärjeån och intilliggande bebyggelse består framförallt av kolonistugor. Sweco (2011c:s.7) skriver i sin utredning att jordlagerföljden i området är 1-2 m friktionsjord som därefter underlagras av en lös till halvfast lera till ett djup upp emot 30 m. Genom området går en 1000 mm ledning.

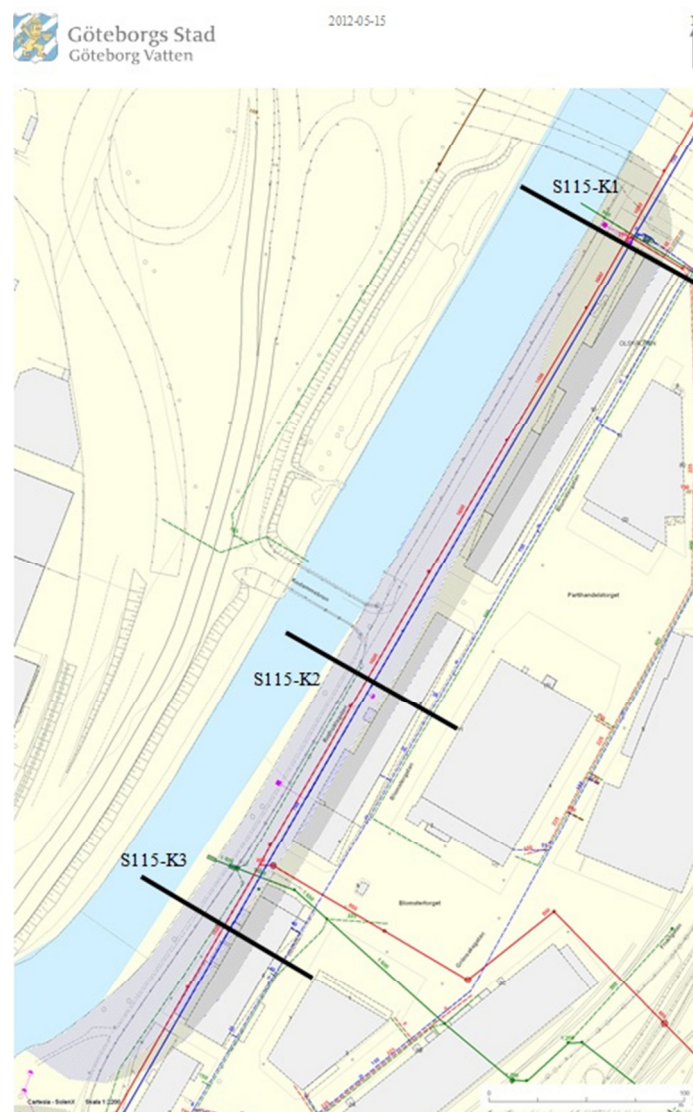


Figur 8 – Översiktsbild Lärjeholm. Göteborg Vatten (2012)

3.3 Marieholm

Området sträcker sig ca 500 m längs med östra sidan av Säveån. Längs med den berörda sidan ligger både en vattenledning på 700 mm och en avloppsledning på 1600 mm. Tre stycken genomsnittssektioner undersöks. Enligt Sweco (2011d:s.6) består områdets översta 2-3 m generellt av fyllnadsmaterial. Det underlagras av svämsediment med en varierande mäktighet på 2-5 m. Under svämsedimentet finns lera med en mäktighet som förutsätts vara minst 80 m. Bebyggelsen består av industribyggnader.

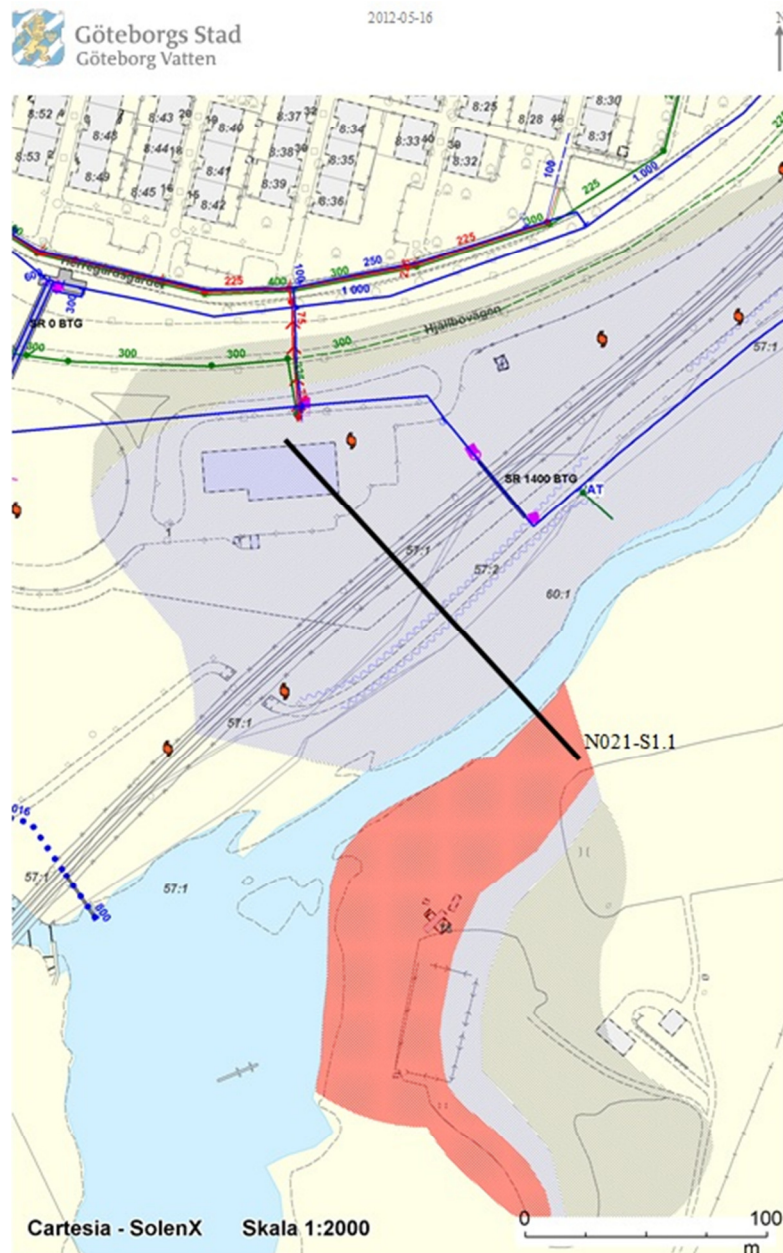
Enligt Sweco (2011d:s.8) återfinns längs Säveåns strandkanter ett erosionsskydd bestående av relativt finkrossad sprängsten. Dessutom är slänterna mot Säveån i allmänhet bevuxna med träd, vilket även det fungerar som erosionsskydd.



Figur 9 – Översiktsbild Marieholm. Göteborg Vatten (2012)

3.4 Angered Hjällbo

Enligt Sweco (2011e:s.7) är området, där beräkningssektion N021-S1.1 återfinns, beläget vid Lärjemotet längs Lärjeån. I området ligger en dricksvattenledning på 800 mm. Söder om Hjällbovägen finns det bebyggelse i form av bensinstation, gång- och cykelvägar samt spårväg. Sweco (2011e:s.7) beskriver att jordlagerföljden i området generellt består av 3-4 m sand, underlagrat av 15-20 m halvfast lera och därefter friktionsjord ner till berg. Enligt Göteborg Vatten har kvicklera tidigare upptäckts i närområdet.

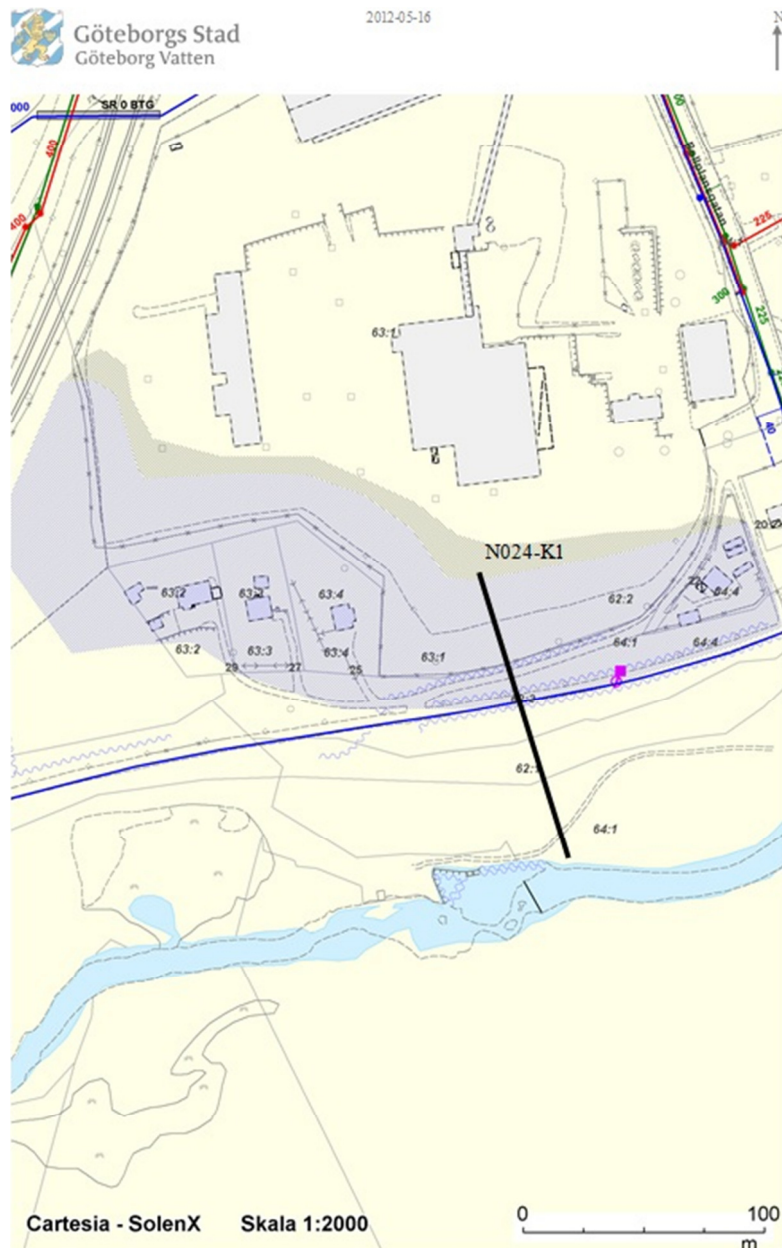


Figur 10 – Översiktsbild Angered Hjällbo. Göteborg Vatten (2012)

3.5 Angered Eriksbo

Området där undersökningar utförts ligger precis vid Lärjeån strax söder om Hjällboplatsen. I området ligger en dricksvattenledning på 800 mm. De byggnader som finns inom området utgörs främst av industribyggnader samt några enstaka villor.

Sweco (2011f:s.7) beskriver att jordlagerföljden i området består av en halvfast till fast lera med ett övre skikt med torrskorpekaraktär. Den sydvästra delen består av svämsediment. Hela området underlagras av friktionsjord.

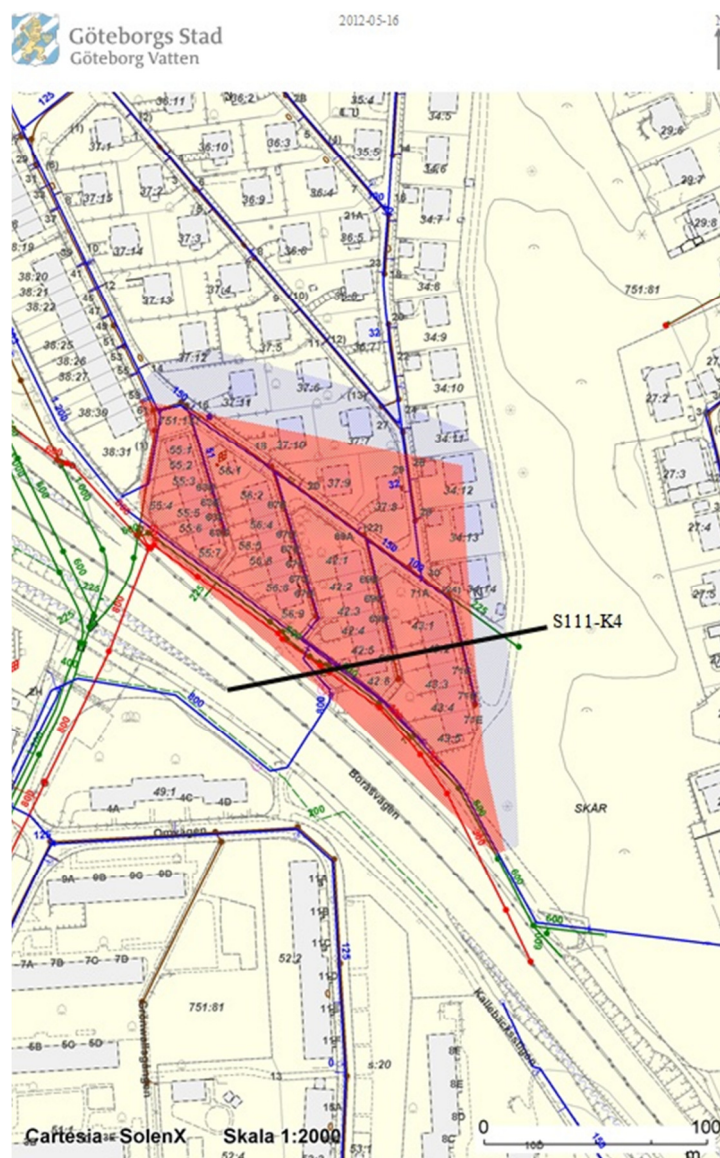


Figur 11 – Översiktsbild Angered Eriksbo. Göteborg Vatten (2012)

3.6 Kallebäck

Området, som ligger beläget nordöst om Kallebäcksmotet, avgränsas av Skårs allé i norr och av Boråsleden i söder, är bebyggt, framförallt av radhus och enfamiljshus. Den östra delen av området har ett parti med brant lutning.

Enligt Sweco (2011g:s.6) består jordlagerföljden av ett topplager med fyllnadsmaterial bestående av silt, sand och grus med 1-1,5 m mäktighet. Ett lager torrskorpelera på ca 1,5 m ligger under fyllnadsmaterialet. Detta underlagras av en lös lera med silt- och skalinslag. Leran rör sig från ett djup på 0 m (berg i dagen) i öster till 20 m i väster. Under lerlagret ligger ett tunt lager friktionsjord ner till berg. Ett silt-/sandskikt finns, på ca 4 m djup, i lerprofilens övre del. Genom området går en 1200 mm ledning. Det ligger även mindre ledningar här.

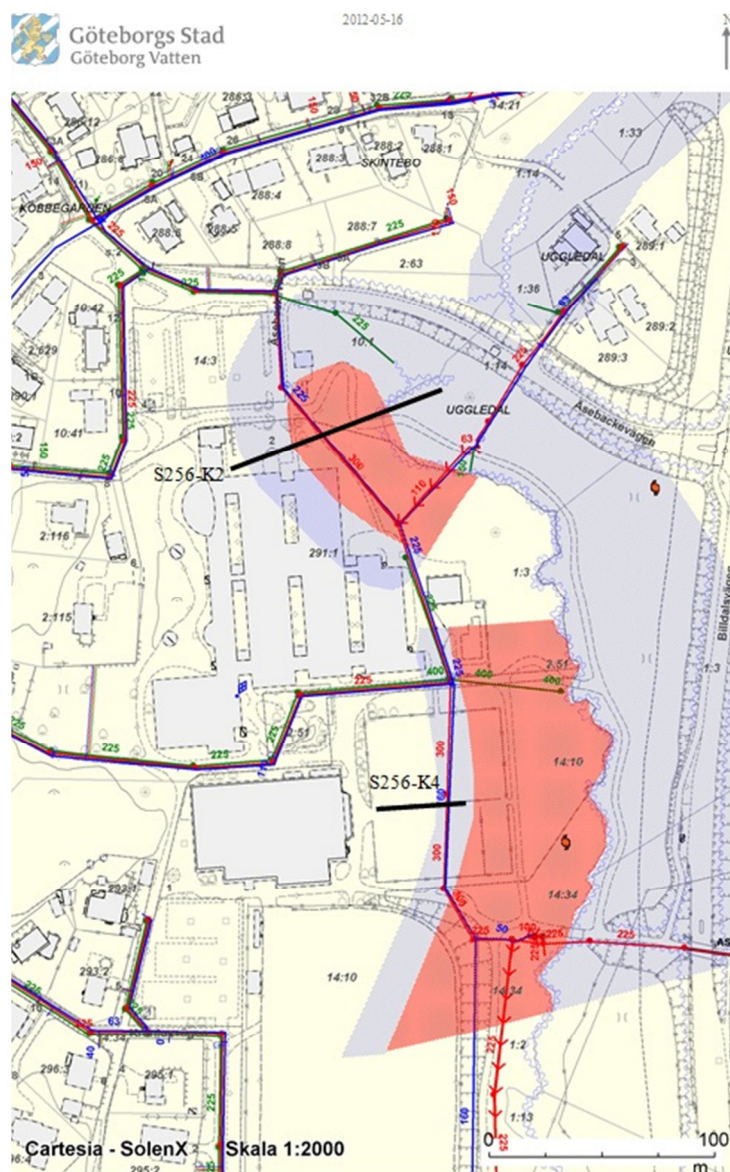


Figur 12 – Översiktsbild Kallebäck. Göteborg Vatten (2012)

3.8 Uggleddal

Området där undersökningar gjorts sträcker sig längs västra sidan av Billdalsvägen. I området ligger Nygårdsskolan med idrottsplats och Krogabäcken som rinner parallellt Billdalsvägen. Inget erosionsskydd finns längs Krogabäcken. Erosionen är dock liten på grund av det låga flödet i bäcken.

Enligt Sweco (2011i:s.11) består jordlagerföljden i området av 0,5-2,5 m torrskorpelera som på vissa ställen når ner till 4 m. Under torrskorpeleran ligger lera med en mäktighet på 0-35 m. Leran är mellan- till högsensitiv. För de två beräkningssektionerna, S256-K4 och S256-K7, kan dock även kvicklera förekomma. Under lerlagret ligger ett tunt lager av friktionsmaterial ner till berg. Genom området går en 800 mm ledning.



Figur 14 – Översiktsplan Uggleddal. Göteborg Vatten (2012)

4 Släntstabilitetsanalyser

Beräkningarna utförs i programmet SLOPE/W. Tidigare undersökningar, utförda av Sweco Infrastructure AB, används som förebild för modellering av de aktuella slänterna i programmet. De antaganden och bedömningar som har gjorts i dessa rapporter gällande portryck, grundvattennivå, älvnivå, jordlagerföljd, geometri, materialparametrar och yttre laster gäller också i denna rapport. Dessa analyser har använts för att göra modeller av framtida scenarion. De krav på säkerhetsfaktor som har använts baseras på SGI:s krav för detaljerade utredningar.

Odränerad samt kombinerad analys av släntstabiliteten utförs i samtliga beräkningssektioner. Lindberg¹⁰ berättar att vid en kombinerad analys beräknas hållfastheten för både dränerad och odränerad analys och den lägsta av dessa två hållfastheter blir dimensionerande. Enligt Lindberg¹⁰ ger både en odränerad och en kombinerad analys därför information om vilken typ av brott som sker i jorden och därmed kan slutsatser dras om vilka åtgärder som bör göras.

Förslag på åtgärder tas fram vid för låg säkerhetsfaktor. Åtgärdernas utformning och hur dessa åtgärder påverkar släntstabiliteten behandlas i kapitel 5.

Portrycket i Göta älv-området antas vara hydrostatiskt enligt Sweco (2011a:s.15). En framtida höjning på 0,3 m av grundvattenytan antas. Hänsyn till framtida erosion i Göta älv har tagits genom en parallellförflyttning av slänterna med 4 m in mot land för att motsvara framtida förhållanden enligt Rydell (2011:s.99). Erosionen i Sävån och Lärjeån antas vara försumbar. Vattennivån i älven antas ligga på samma nivå som idag.

De berörda dricksvatten- samt avloppsledningarnas positioner har tagits fram med hjälp av Göteborg Vattens databas. Vid de genomförda beräkningarna har ledningarna placerats ut för att på bästa sätt spegla hur de påverkas av glidyten.

De säkerhetsfaktorer som presenteras nedan fås av den glidyta med lägst säkerhetsfaktor som påverkar ledningen. Materialparametrar och hållfastheter för samtliga beräkningssektioner redovisas i bilaga 1.

Vid närvaro av kvicklera har ett krav på en säkerhetsfaktor på 1,7 bedömts vara lämplig.

¹⁰ Daniel Lindberg (Geotekniker, Bohusgeo AB) intervjuad av författarna den 11 maj 2012

4.1 Bäckebol

Tabell 2 Beräknade säkerhetsfaktorer

N006-K1	Nutid	Framtid	Krav
Odränerad	1,276	1,155	F_c 1.5-1.7
Kombinerad	1,276	1,156	F_{komb} 1.35-1.45

Tabell 3 Beräknade säkerhetsfaktorer

H147-K2	Nutid	Framtid	Krav
Odränerad	1,05	1,008	F_c 1.7
Kombinerad	1,012	0,959	F_{komb} 1.7

Tabell 4 Beräknade säkerhetsfaktorer

H147-K3	Nutid	Framtid	Krav
Odränerad	1,118	1,059	F_c 1.7
Kombinerad	1,059	1,004	F_{komb} 1.7

4.2 Lärjeholm

Tabell 5 Beräknade säkerhetsfaktorer

N017-K1	Nutid	Framtid	Krav
Odränerad	1,039	1,035	F_c 2,0
Kombinerad	0,989	0,972	F_{komb} 1,5-2,0

4.3 Marieholm

Tabell 6 Beräknade säkerhetsfaktorer

S115-K1	Nutid	Framtid	Krav
Odränerad	1,408	1,398	F_c 1.5-1.7
Kombinerad	1,388	1,385	F_{komb} 1.35-1.45

Tabell 7 Beräknade säkerhetsfaktorer

S115-K2	Nutid	Framtid	Krav
Odränerad	1,279	1,273	F_c 1.5-1.7
Kombinerad	1,275	1,24	F_{komb} 1.35-1.45

Tabell 8 Beräknade säkerhetsfaktorer

S115-K3	Nutid	Framtid	Krav
Odränerad	1,355	1,355	F_c 1.5-1.7
Kombinerad	1,34	1,343	F_{komb} 1.35-1.45

4.4 Angered Hjällbo

Tabell 9 Beräknade säkerhetsfaktorer

N021-S1.1	Nutid	Framtid	Krav
Odränerad	1,24	1,215	F_c 1.7
Kombinerad	1,202	1,205	F_{komb} 1.7

4.5 Angered Eriksbo

Tabell 10 Beräknade säkerhetsfaktorer

N024-K1	Nutid	Framtid	Krav
Odränerad	1,145	1,143	F_c 2,0
Kombinerad	1,085	1,078	F_{komb} 1.5-2,5

4.6 Kallebäck

Tabell 11 Beräknade säkerhetsfaktorer

S111-K4	Nutid	Framtid	Krav
Odränerad	1,029	1,029	F_c 1.5-1.7
Kombinerad	1,033	1,029	F_{komb} 1.35-1.45

4.7 Utby Säveån

Tabell 12 Beräknade säkerhetsfaktorer

N003-K15	Nutid	Framtid	Krav
Odränerad	1,147	1,145	F_c 1.5-1.7
Kombinerad	1,122	1,121	F_{komb} 1.35-1.45

Tabell 13 Beräknade säkerhetsfaktorer

N003-K16	Nutid	Framtid	Krav
Odränerad	1,06	1,062	F_c 1.5-1.7
Kombinerad	1,027	0,945	F_{komb} 1.35-1.45

4.8 Uggledal

Tabell 14 Beräknade säkerhetsfaktorer

S256-K2	Nutid	Framtid	Krav
Odränerad	1,124	1,124	F_c 1.7
Kombinerad	1,053	1,05	F_{komb} 1.7

Tabell 15 Beräknade säkerhetsfaktorer

S256-K4	Nutid	Framtid	Krav
Odränerad	1,417	1,417	F_c 1.7
Kombinerad	1,339	1,329	F_{komb} 1.7

5 Åtgärdsförslag

De åtgärdsförslag som presenteras nedan grundar sig på de undersökningar som tillhandahållits från SBK. Säkerhetsfaktorerna efter åtgärd presenteras i tabell, uppdelad i analysmetod (kombinerad och odränerad).

Bredden på området som behövs förstärkas är enligt Alén¹¹ lika stor som längden på den påverkade ytan vid skred eller, i fall där ledningen går längs hela riskområdet, hela riskområdet.

I de fall jordskruv anses vara ett lämpligt åtgärdsförslag antas följande parametrar, efter förslag från Lindberg¹², vid beräkning i SLOPE/W:

- Diameter: 300 mm
- Friktion mellan lera och skruv: 80 % av lerans skjuvhållfasthet
- Maximal dragkraft: 400 kN
- Skjuvhållfasthet: 7,5 kN

Samtliga säkerhetsfaktorer för jordskruvorna har satts till 1. Avståndet mellan jordskruvorna vinkelrätt beräkningssektionerna, nedan kallad spacing, redovisas individuellt nedan.

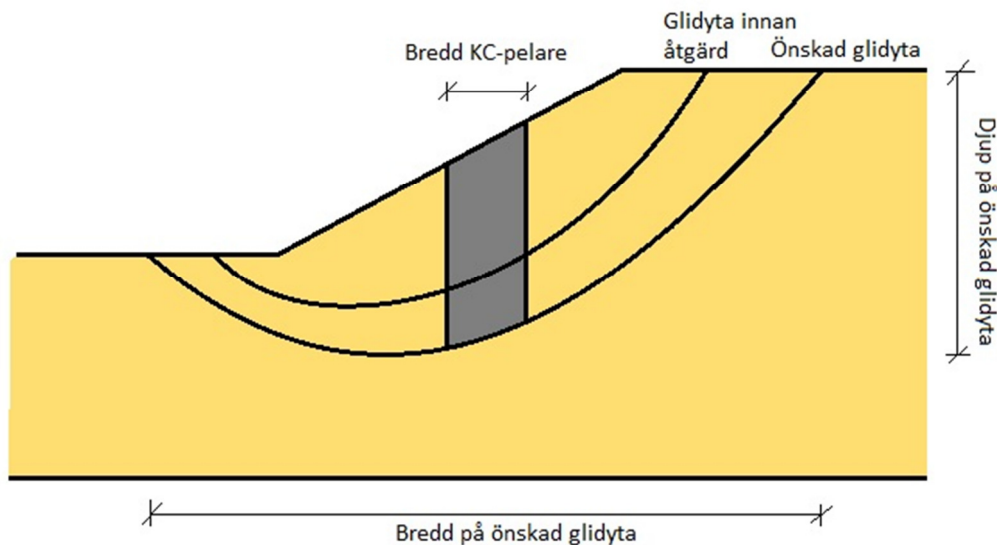
Alén¹³ beskriver att i de fall KC-pelare anses vara ett lämpligt åtgärdsförslag beräknas erforderlig mängd KC-pelare genom att inledningsvis ta fram bredden och djupet på den önskade glidyta i beräkningssektionen som uppfyller det aktuella kravet på säkerhetsfaktor, se figur 15. KC-pelarna måste installeras så att de minst uppnår samma djup som denna glidyta för att ge upphov till en mothållande effekt.

Efter att erforderligt djup har bestämts, beräknas medelhållfastheten i leran till önskat djup. Därefter beräknas kvoten mellan önskad och nuvarande säkerhetsfaktor samt kvoten mellan den valda bredden på KC-pelarskivan och den önskade glidytaens bredd förklarar Alén¹³. Med dessa tre faktorer dimensioneras slutligen den hållfasthetsökning som krävs för att uppnå önskad säkerhetsfaktor. Därefter kan förhållandet mellan mängden KC-pelare och lera beräknas vilket bestämmer nödvändigt centrumavstånd mellan KC-pelarskivorna.

¹¹ Claes Alén (Professor Geoteknik, Chalmers Tekniska Högskola) intervjuad av författarna den 9 maj 2012

¹² Daniel Lindberg (Geotekniker, Bohusgeo AB) intervjuad av författarna 21 mars 2012

¹³ Claes Alén (Professor Geoteknik, Chalmers Tekniska Högskola) intervjuad av författarna den 25 april 2012



Figur 15 Tvärsnitt för KC-pelarförstärkning i slänt

Vissa områden innehåller ledningar som ligger längs med ett långsträckt skredriskområde. I dessa områden har flera sektioner, vilka skiljer sig något åt, beräknats. Mellan dessa sektioner är markförhållandena inte dokumenterade, eftersom inga fördjupade undersökningar har genomförts. Markförhållandena i sektionerna antas därför sträcka sig till halva avståndet mellan två sektioner vid utformning av åtgärdsförslag.

Samtliga slänter som ligger utmed ett vattendrag bör förses med erosionsskydd.

5.1 Bäckebol

Den västra sidan, med beräkningssektioner **H147-K2** och **H147-K3**, kan på grund av sin jordlagerföljd, friktionsjord överlagrad med lera, förstärkas med jordskruv enligt bilaga 2. Spacing sätts i båda slänterna till 1 m. Säkerhetsfaktorn uppfyller därmed kraven för både kombinerad och odränerad analys av slänt med förekomst av kvicklera. Bredden på området som behöver förstärkas kring ledningen har bedömts vara mellan 22 m och 30 m. Kostnaden för en sådan åtgärd ligger på ca 1,6 Mkr.

För den östra sidan, med beräkningssektion **N006-K1**, är förstärkning med KC-pelare ett lämpligt alternativ. KC-pelarna sätts ca 30 m under markytan, varav installationen sker 5 m under markytan. Detta görs genom att först schakta bort den friktionsjord som ligger ovanpå leran och sedan installera KC-pelarna i leran. Detta skulle höja säkerhetsfaktorn till över 1,5 för både kombinerad och dränerad analys. Sopupplaget behöver dock förflyttas under tiden KC-pelarna installeras.

Andelen KC-pelare i jorden i det berörda området beräknas till 56 %. Utformning redovisas i bilaga 2. Bredden på området som behöver förstärkas har bedömts vara 65 m. Med den angivna andelen KC-pelare i det berörda området uppskattas kostnaden för installation av KC-pelare till ca 3 Mkr.

Ett fungerande erosionsskydd behöver också anläggas, på både västra och östra sidan av Göta älv, då erosionen där ger upphov till störst försämring av släntstabiliteten.

Tabell 16 Beräknade säkerhetsfaktorer efter åtgärd

N006-K1	Åtgärd: KC-pelare	Krav
Odränerad	1,539	F_c 1.5-1.7
Kombinerad	1,539	F_{komb} 1.35-1.45

Tabell 17 Beräknade säkerhetsfaktorer efter åtgärd

H147-K2	Åtgärd: Jordskruv enl. ritning och erosionsskydd	Krav
Odränerad	1,723	F_c 1.7
Kombinerad	1,744	F_{komb} 1.7

Tabell 18 Beräknade säkerhetsfaktorer efter åtgärd

H147-K3	Åtgärd: Jordskruv enl. ritning och erosionsskydd	Krav
Odränerad	1,789	F_c 1.7
Kombinerad	1,705	F_{komb} 1.7

5.2 Lärjeholm

I beräkningssektion **N017-K1** anses förstärkning med KC-pelare vara ett lämpligt åtgärdsalternativ. Dessa är placerade enligt bilaga 2 på ett djup av 21 m under markytan och ca 10 m i sektionens riktning. Bredden på området som behöver åtgärdas har bedömts till 50 m. Andelen KC-pelare är beräknad till 70 % och kostnaden för åtgärden har uppskattats till 0,85 Mkr.

Tabell 19 Beräknade säkerhetsfaktorer efter åtgärd

N017-K1	Åtgärd: KC-pelare	Krav
Odränerad	2,051	F_c 2,0
Kombinerad	2,051	F_{komb} 1,5

5.3 Marieholm

I beräkningssektionen **S115-K1**, som ligger längst norrut av de tre som analyserats, anses ett lämpligt alternativ vara att förstärka med KC-pelare. Dessa är placerade enligt bilaga 2 till ca 19 m under markytan och 4 m långt i sektionens riktning. Andelen KC-pelare i jorden har här beräknats till ca 40 %.

Även för de andra två beräkningssektionerna, **S115-K2 och S115-K3**, anses KC-pelare vara ett lämpligt alternativ. De sätts enligt bilaga 2 på ca 18 m respektive 16,5 m djup, 3 m långt i sektionens riktning och andelen KC-pelare i jorden beräknas till ca 55 % för båda beräkningssektionerna.

I beräkningssektionerna **S115-K1, S115-K2 och S115-K3** går ledningen längs med området med låg säkerhetsfaktor och bredden på området som behöver förstärkas bedöms vara ca 450 m längs med Göta älv. Med den angivna andelen KC-pelare i det berörda området kan kostnaden för förstärkningen uppskattas till ca 2 Mkr.

Tabell 20 Beräknade säkerhetsfaktorer efter åtgärd

S115-K1	Åtgärd: KC-pelare	Krav
Odränerad	1,517	F_c 1.5-1.7
Kombinerad	1,496	F_{komb} 1.35-1.45

Tabell 21 Beräknade säkerhetsfaktorer efter åtgärd

S115-K2	Åtgärd: KC-pelare	Krav
Odränerad	1,535	F_c 1.5-1.7
Kombinerad	1,533	F_{komb} 1.35-1.45

Tabell 22 Beräknade säkerhetsfaktorer efter åtgärd

S115-K3	Åtgärd: KC-pelare	Krav
Odränerad	1,467	F_c 1.5-1.7
Kombinerad	1,504	F_{komb} 1.35-1.45

5.4 Angered Hjällbo

Beräkningssektion **N021-S1.1** kan på grund av sin jordlagerföljd förstärkas med jordskruv enligt bilaga 2. Spacing sätts till 1 m. Bredden på området som behöver förstärkas har bedömts vara ca 350 m längs med Lärjeån eftersom ledningen går längs med området med dålig släntstabilitet. Kostnaden för åtgärden har uppskattats till ca 30,6 Mkr. Förstärkningen är dock inte tillräcklig för att uppfylla kraven på säkerhetsfaktor för översiktlig undersökning. Den uppfyller dock kraven på säkerhetsfaktor för detaljerad undersökning.

Tabell 23 Beräknade säkerhetsfaktorer efter åtgärd

N021-S1.1	Åtgärd: Jordskruv enl. ritning	Krav
Odränerad	1,705	F_c 1.7
Kombinerad	1,707	F_{komb} 1.7

5.5 Angered Eriksbo

Beräkningssektionen **N024-K1** kan förstärkas med jordskruv och uppfyllnad enligt bilaga 2 då jordlagerföljden består av lera underlagrad av friktionsjord. Spacing sätts till 1 m. Bredden på området som behöver förstärkas har bedömts vara ca 170 m eftersom ledningen går längs med området med dålig släntstabilitet. Kostnaden för installation av jordskruv har uppskattats till ca 8,5 Mkr.

Tabell 24 Beräknade säkerhetsfaktorer efter åtgärd

N024-K1	Åtgärd: Jordskruv och uppfyllnad enl. ritning	Krav
Odränerad	2,254	F_c 2,0
Kombinerad	2,168	F_{komb} 1.5

5.6 Kallebäck

Området där beräkningssektionen **S111-K4** ligger kan förstärkas med en spont enligt bilaga 2. Sponten slås ner 17 m under markytan och förankras i berget för att behålla sin styvhet och samtidigt öka stabiliteten. Efter åtgärd uppfyller säkerhetsfaktorn kraven för både kombinerad och odränerad analys. Åtgärden går dock ej att applicera på hela området där ledningen ligger. Detta eftersom det är ett bostadsområde med radhus som ligger nära ledningen.

Tabell 25 Beräknade säkerhetsfaktorer efter åtgärd

S111-K4	Åtgärd: Spont enl. ritning	Krav
Odränerad	1,525	F_c 1.5-1.7
Kombinerad	1,495	F_{komb} 1.35-1.45

5.7 Utby Säveån

För båda beräkningssektioner, **N003-K15** och **N003-K16**, anses KC-pelare vara ett lämpligt åtgärdsförslag. De installeras enligt bilaga 2 med en andel KC-pelare på ca 80 % för båda beräkningssektioner. KC-pelarnas djup under markytan uppgår till ca 18 m för **N003-K15** och ca 24 m för **N003-K16**.

Då ledningen går längs med området med dålig släntstabilitet har bredden på området som behöver förstärkas bedömts vara ca 550 m längs med Säveån. Kostnaden för åtgärden har uppskattats till ca 9 Mkr.

Tabell 26 Beräknade säkerhetsfaktorer efter åtgärd

N003-K15	Åtgärd: KC-pelare	Krav
Odränerad	1,76	F_c 1.5-1.7
Kombinerad	1,463	F_{komb} 1.35-1.45

Tabell 27 Beräknade säkerhetsfaktorer efter åtgärd

N003-K16	Åtgärd: KC-pelare	Krav
Odränerad	1,51	F_c 1.5-1.7
Kombinerad	1,412	F_{komb} 1.35-1.45

5.8 Uggledal

Vid beräkningssektion **S256-K2** och **S256-K4** anses jordskruv, med spacing 1 m, vara en lämplig åtgärd för att öka stabiliteten i slänten. Stabiliteten ökas ytterligare i beräkningssektion **S256-K2** genom omdisponering av jordmassor i slänten. Ett förslag på hur jordskruvorna kan sättas redovisas i bilaga 2. Bredden på området som behöver förstärkas har bedömts till 130 m respektive 150 m för **S256-K2** respektive **S256-K4**. Kostnad för installation av jordskruv har uppskattats till 5,25 Mkr respektive 7,9 Mkr.

Tabell 28 Beräknade säkerhetsfaktorer efter åtgärd

S256-K2	Åtgärd: Jordskruv och uppfyllnad enl. ritning	Krav
Odränerad	1,977	F_c 1.7
Kombinerad	1,887	F_{komb} 1.7

Tabell 29 Beräknade säkerhetsfaktorer efter åtgärd

S256-K4	Åtgärd: Jordskruv enl. ritning	Krav
Odränerad	1,891	F_c 1.7
Kombinerad	1,794	F_{komb} 1.7

6 Diskussion och slutsatser

Syftet med kandidatarbetet var inledningsvis att ta reda på om, och i så fall hur, framtida klimatförändringar påverkar släntstabiliteten i de slänter som presenterats i rapporten. Detta har under arbetets gång utvecklats, på inrådan från Göteborg Vatten, till att inkludera olika åtgärdsförslag som kan göras och hur de påverkar slänten.

Ett dimensionerande scenario, baserat på tillgängliga data, har tagits fram och räknats med för att på ett konservativt sätt kunna bedöma hur framtiden kommer att påverka miljön i de valda områdena. Endast detta scenario har använts för att, på inrådan av Göteborg Vatten, kunna genomföra analyser av ett större antal slänter. Dessutom är risken låg för att stabiliteten i slänterna, på grund av framtida klimatförändringar, blir lägre än de som tagits fram med detta scenario. Scenariot bygger på prognoser om hur nederbörd, flöden och erosion kommer att förändras till år 2100, vilket medför en viss osäkerhet kring dessa faktorer. Genom att använda prognoser från delrapporter av Göta älvutredningen, vilka publicerades år 2011, har ett så sannolikt dimensionerande scenario, vad gäller grundvattennivå, älvnivå och erosion, som möjligt tagits fram. Den framtida stranderosionen längs Göta älv samt erosionsskyddets effektivitet är också parametrar som är svåra att uppskatta, men även i dessa fall har antaganden baserats på delrapporter av Göta älvutredningen från år 2011 för att göra bästa möjliga uppskattning.

De modeller som har tagits fram baseras på tidigare undersökningar från Sweco Infrastructure AB. Det är svårt för oss att bedöma osäkerheten i dessa då vi inte har kunnat närvara vid varken provtagning, labanalys eller utvärdering av data. Anledningen till att modellerna har baserats på dessa undersökningar är att vi själva inte har haft någon möjlighet att genomföra provtagningar, både på grund av resurs- och tidsbegränsningar samt att vi har gjort bedömningen att Swecos utredningar är seriöst utförda och väl dokumenterade.

Enligt de antaganden vi har baserat våra modeller på har en förhöjd grundvattenyta inte någon större inverkan på slänternas stabilitet. Då grundvattenytan redan ligger nära marknivån skulle en ytterligare höjning inte heller påverka stabiliteten nämnvärt. Ett scenario som av denna anledning inte har redovisats är när marken är vattenmättad och porvattentryckets nivå är i höjd med markytan, vilket exempelvis skulle kunna inträffa vid kraftiga skyfall. Dessutom skulle en eventuell förhöjd älvnivå vid skyfall påverka släntstabiliteten positivt på grund av de mothållande krafterna som då uppstår. Ett artesiskt tryck i slänterna skulle kunna resultera i ett porvattentryck som ligger ovanför marknivån. Dock har vi inte haft möjlighet att räkna på ett sådant scenario då vi inte haft tillräckligt med information rörande situationen i det undre grundvattenmagasinet.

En av de enklaste och mest kostnadseffektiva metoder för släntstabilisering är omdisponering av jordmassor i slänten. Detta alternativ har dock endast föreslagits i två områden, då topografin i de övriga slänterna försvårar användning av metoden. I många av slänterna är närheten till vattendrag och befintlig bebyggelse anledningen till att omdisponering av massor inte är ett rimligt åtgärdsförslag.

Då pålning fungerar bäst som förebyggande åtgärd vid uppförande av nya byggnader och de yttre laster som påverkar de undersökta slänterna till större delen består av befintliga hus och vägar, har det inte funnits lämpligt att föreslå detta förstärkningsalternativ.

Eftersom grundvattenhöjningen inte varit en stor bidragande faktor till instabiliteten har porttryckssänkande åtgärder inte föreslagits. Dessutom orsakar en porttryckssänkning en ökad sättningsbenägenhet och då många områden är bebyggda anser vi att det inte är en bra åtgärd att genomföra på grund av risken för sättningsskador.

Jordskruv är en relativt ny metod och har ännu inte använts i många projekt. I de fall metoden använts som förstärkningsåtgärd har resultaten varit positiva. Hur åtgärden kommer att påverkas över lång tid kan endast uppskattas, då metoden har utvecklats relativt nyligen. De källor som har kontaktats har dock varit optimistiska till användandet av jordskruv. I de slänter jordskruv har föreslagits som en åtgärd har jordlagerföljden varit passande, med friktionsjord eller berg överlagrad av lera.

Då de undersökningar, gjorda av Sweco Infrastructure AB, som beräkningar har baserats på är gjorda antingen på detaljerad eller översiktlig nivå, har vi valt att utgå ifrån den detaljerade och översiktliga nivåns krav på säkerhetsfaktorer. Det är viktigt att poängtera att områden där förstärkningsåtgärder är aktuella behöver fördjupade utredningar. Att förstärka en slänt är ett kostsamt projekt och det är således viktigt att ha ett starkt underlag för ett sådant beslut.

En diskussion förs i nuläget om hur beräknade säkerhetsfaktorer i tidigare bebyggda områden ska tolkas. Har slänten belastats en längre tid med samma laster utan att rasa tyder det på att en låg säkerhetsfaktor möjligtvis ska omvärderas. En annan felkälla till en för låg säkerhetsfaktor kan vara att yttre laster, till exempel vägar, som påverkar slänten överdimensioneras i ett tidigt stadiet av undersökningen.

Enligt Skredkommisionens rekommendationer är kraven för befintlig bebyggelse vid odränerad analys 1,5-1,7. Bedömningen har gjorts att välja det högsta värdet i intervallet för slänter med närvaro av kvicklera för att vara på den säkra sidan. Anledningen är att i sådana slänter kan konsekvenserna av ett skred, på grund av följdskred, bli större och därmed allvarigare än i slänter där kvicklera inte förekommer. I de fall kvicklera har varit närvarande har det odränerade fallet varit dimensionerande och därför har samma krav på säkerhetsfaktor satts för kombinerad analys.

För slänterna vid Lärjeholm och Angered Eriksbo har stabilitetsutredningarna utförts på en översiktlig nivå. Åtgärdsförslagen som är framtagna för dessa slänter är möjligtvis överdimensionerade, då de uppfyller kraven på säkerhetsfaktor för en översiktlig utredning. Vid en fördjupad utredning fås en mer detaljerad bild över hur området ser ut samt vilken säkerhetsfaktor som krävs.

I Angered Hjällbo krävs en fördjupad utredning innan åtgärdsförslag lämnas då det var svårt att ta fram ett rimligt förslag som uppfyllde de krav som finns för en översiktlig undersökning. Det förslag som har tagits fram är mycket kostsamt och verkar därmed inte särskilt rimligt.

Det saknas detaljerad information om erosionen i Lärjeån och Säreån varför denna påverkan har bortsetts ifrån i de genomförda beräkningarna. Då våra resultat visar på att erosionen har en stor påverkan på släntstabiliteten medför detta att de framtagna säkerhetsfaktorerna, på de av åarna berörda slänterna, inte är fullt tillförlitliga. Därför bör undersökningar utföras för att bestämma erosionens påverkan innan åtgärder vidtas.

Det undersökta området i Kallebäck har en låg säkerhetsfaktor och är dessutom tätbebyggt, varför det inte bara är intressant för Göteborg Vatten, utan även för andra instanser som exempelvis SBK. Därför bör området utredas ytterligare för att se om säkerhetsfaktorn fortsatt är för låg. Då husen har funnits på platsen länge bör ovanstående resonemang om säkerhetsfaktorer på redan bebyggda områden beaktas. På grund av byggnaderna i området är det svårt att komma åt att genomföra vissa förstärkningsåtgärder, till exempel omfördelning av jordmassor och KC-pelare. Den åtgärd som föreslagits är spontning, då det är relativt lätt att komma åt med en sådan installation i det undersökta området. Dock är det svårt att bedöma om spontning fungerar för att förstärka hela det skredriskutsatta området då beräkningar endast genomförts på en genomsnittssektion som är placerad enligt figur 12. Därför är det dessutom svårt att göra en kostnadsuppskattning för förstärkning av området. För att kunna göra en bedömning gällande förstärkning av hela området krävs en fördjupad undersökning.

Vid utformning av åtgärdsförslagen togs ingen hänsyn till kostnad, utan den uppskattades efteråt. Detta medför att ingen prisjämförelse mellan olika alternativ för samma slänt gjorts. Vilket åtgärdsförslag som valts har istället baserats på vad som bedömts passa bäst för varje slänt.

Sammanfattningsvis kan det konstateras att ett förändrat klimat i form av ökad nederbörd och ökade flöden ger en viss försämring av släntstabiliteten i de slänter som analyserats i rapporten. Till större delen beror denna försämring på erosion då det visat sig att en grundvattenhöjning inte har någon större inverkan på stabiliteten. Det är också viktigt att poängtera att stabiliteten i de undersökta slänterna redan idag är dåliga, varför fördjupade utredningar bör göras för samtliga undersökta områden för att ta fram det nuvarande behovet av förstärkningsåtgärder.

Referenser

- Blid, L., Persson, H. (2011) *Bedömd förändring av maximala grundvattennivåer i Göta älvdalen till följd av förändrat klimat*. Linköping: Statens Geotekniska Institut. (Göta älvtredningen, GÄU - delrapport 9)
- Bergström, S., Andréasson, J., Losjö, K., Stensen, B., Werm, K. (2011) *Hydrologiska och meteorologiska förhållanden i Göta älvdalen*. Linköping: Statens Geotekniska Institut. (Göta älvtredningen, GÄU - delrapport 27)
- Göteborg Vatten, GIS databas (2012-05-02)
- Hultén, C., Edstam, T., Arvidsson, O., Nilsson, G. (2006) *Geotekniska förutsättningar för ökad tappning från Väneren till Göta älv*. Linköping: Statens Geotekniska Institut. (Varia 565)
- Hultén, C., Olsson, M., Rankka, K., Svahn, V., Odén, K., Engdahl, M. (2005) *Släntstabilitet i jord - Underlag för handlingsplan för att förutse och förebygga naturolyckor i Sverige vid förändrat klimat. Deluppdrag I*. Linköping: Statens Geotekniska Institut. (Varia 560:1)
- Larsson, P-G (2007) Skruvad slänt. *Bygg & Teknik*, nr 1, s. 53-56.
- Miljöförvaltningen (2012) *Faktablad nr 137. Säveån*.
<http://www5.goteborg.se/>(2012-04-17).
- Nationalencyklopedin (2012) Kvicklera. NE. <http://www.ne.se/lang/kvicklera#> (2012-02-14)
- Persson, H., Bengtsson, P-E., Lundström, K., Karlsson, P. (2011) *Bedömning av grundvattenförhållanden för slänter längs Göta älv*. Linköping: Statens Geotekniska Institut. (Göta älvtredningen, GÄU - delrapport 7)
- Rankka, K. (2003) *Kvicklera - bildning och egenskaper*. Linköping: Statens Geotekniska Institut. (Varia 526)
- Rogbeck, J., Bengtsson, P-E., Larsson, R., Rogbeck, Y., Westberg, G. (2007) *Deponiers stabilitet - Vägledning för beräkning*. Linköping: SGI. (Information 19).
- Rydell, B., Persson, H., Blid, L., Rankka, W. (2011) *Erosionsförhållanden i Göta älv*. Linköping: Statens Geotekniska Institut. (Göta älvtredningen, GÄU - delrapport 1)
- Skredkommissionen (1995) *Anvisningar för släntstabilitetsutredningar*. Linköping: Statens Geotekniska Institut (Skredkommissionen, Rapport 3:95)
- Skredkommissionen (1996) *Förstärkningsåtgärder i silt- och lerslänter - Rekommendationer för dimensionering och projektering*. Linköping: Statens Geotekniska Institut (Skredkommissionen, Rapport 2:96)

Svenska Geotekniska Föreningen (1995) *Kalk- och kalkcementpelare - Vägledning för projektering, utförande och kontroll*. Svenska Geotekniska Föreningen (Rapport 4:95).

Statens Geotekniska Institut (2012) Jordarter. Swedgeo. <http://www.swedgeo.se/> (2012-02-14)

Svenskt Vatten (2007) *Dricksvattenförsörjning i förändrat klimat*. Östervåla: Svenskt Vatten. (Meddelande M135)

Svenskt Vatten (2007) *Klimatförändringarnas inverkan på allmänna avloppssystem*. Östervåla: Svenskt Vatten. (Meddelande M134)

Sweco (2011a) *Detaljerad stabilitetsutredning inom Göteborgs stad - Delområde H147*. Göteborg: Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret.

Sweco (2011b) *Detaljerad stabilitetsutredning inom Göteborgs stad - Delområde N006*. Göteborg: Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret.

Sweco (2011c) *Översiktlig stabilitetsutredning inom Göteborgs stad - Delområde N017, N019*. Göteborg: Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret.

Sweco (2011d) *Detaljerad stabilitetsutredning inom Göteborgs stad - Delområde S115*. Göteborg: Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret.

Sweco (2011e) *Översiktlig stabilitetsutredning inom Göteborgs stad - Delområde N018, N020, N021*. Göteborg: Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret.

Sweco (2011f) *Översiktlig stabilitetsutredning inom Göteborgs stad - Delområde N024, N025*. Göteborg: Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret.

Sweco (2011g) *Detaljerad stabilitetsutredning inom Göteborgs stad*

Delområde S111. Göteborg: Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret.

Sweco (2011h) *Detaljerad stabilitetsutredning inom Göteborgs stad - Delområde N003*. Göteborg: Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret.

Sweco (2011i) *Detaljerad stabilitetsutredning inom Göteborgs stad - Delområde S256*. Göteborg: Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret.

Bilaga 1

SLOPE/W-beräkningar för slänter innan
åtgärd

1. Bäckebol

H147-K2 - Kombinerad analys
Nutid
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line

Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 37
Unit Wt. Above WT: 18

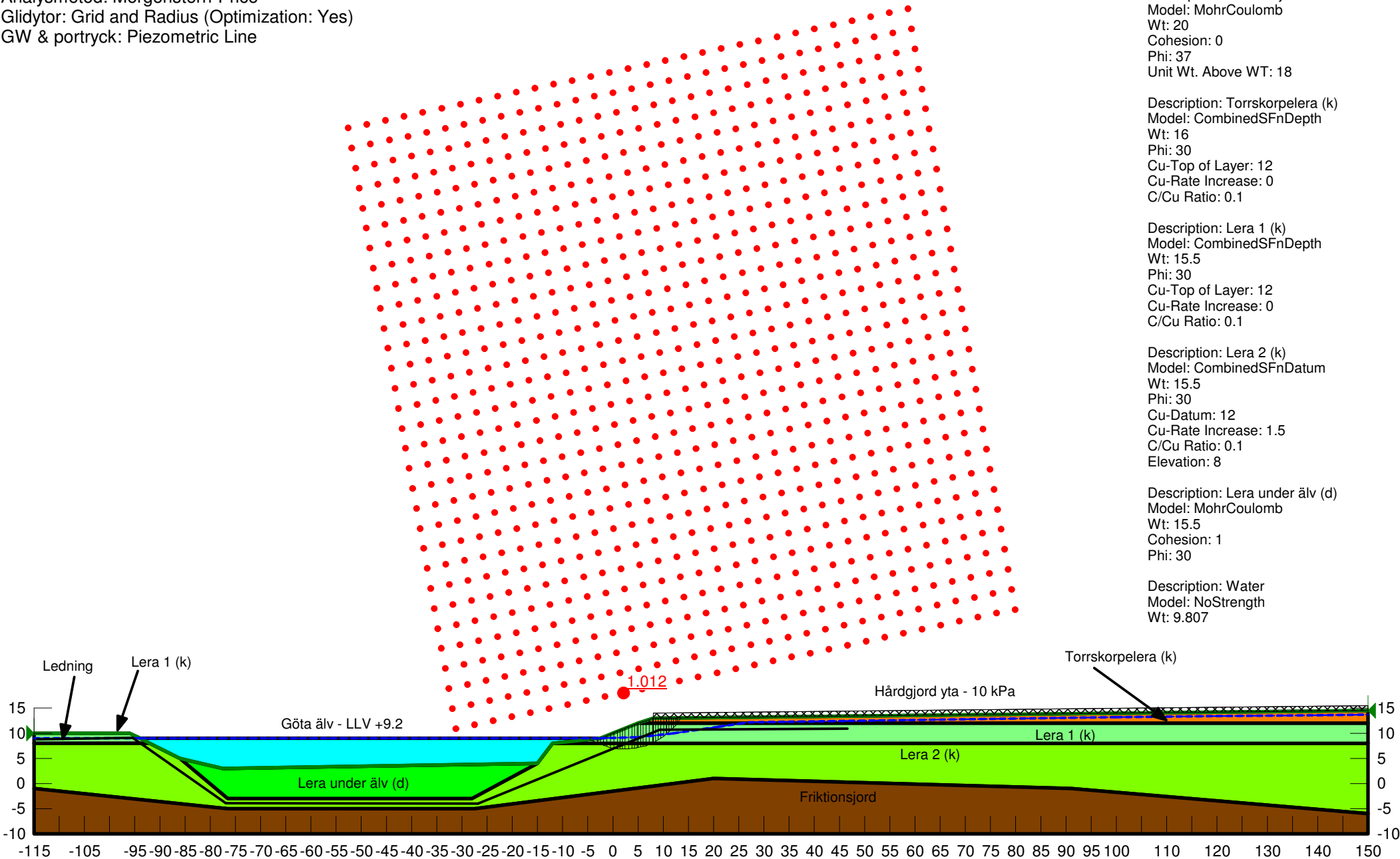
Description: Torrskorpelera (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 16
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 12
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Lera 1 (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 15.5
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 12
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Lera 2 (k)
Model: CombinedSFnDatum
Wt: 15.5
Phi: 30
Cu-Datum: 12
Cu-Rate Increase: 1.5
C/Cu Ratio: 0.1
Elevation: 8

Description: Lera under älv (d)
Model: MohrCoulomb
Wt: 15.5
Cohesion: 1
Phi: 30

Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807



1. Bäckebol

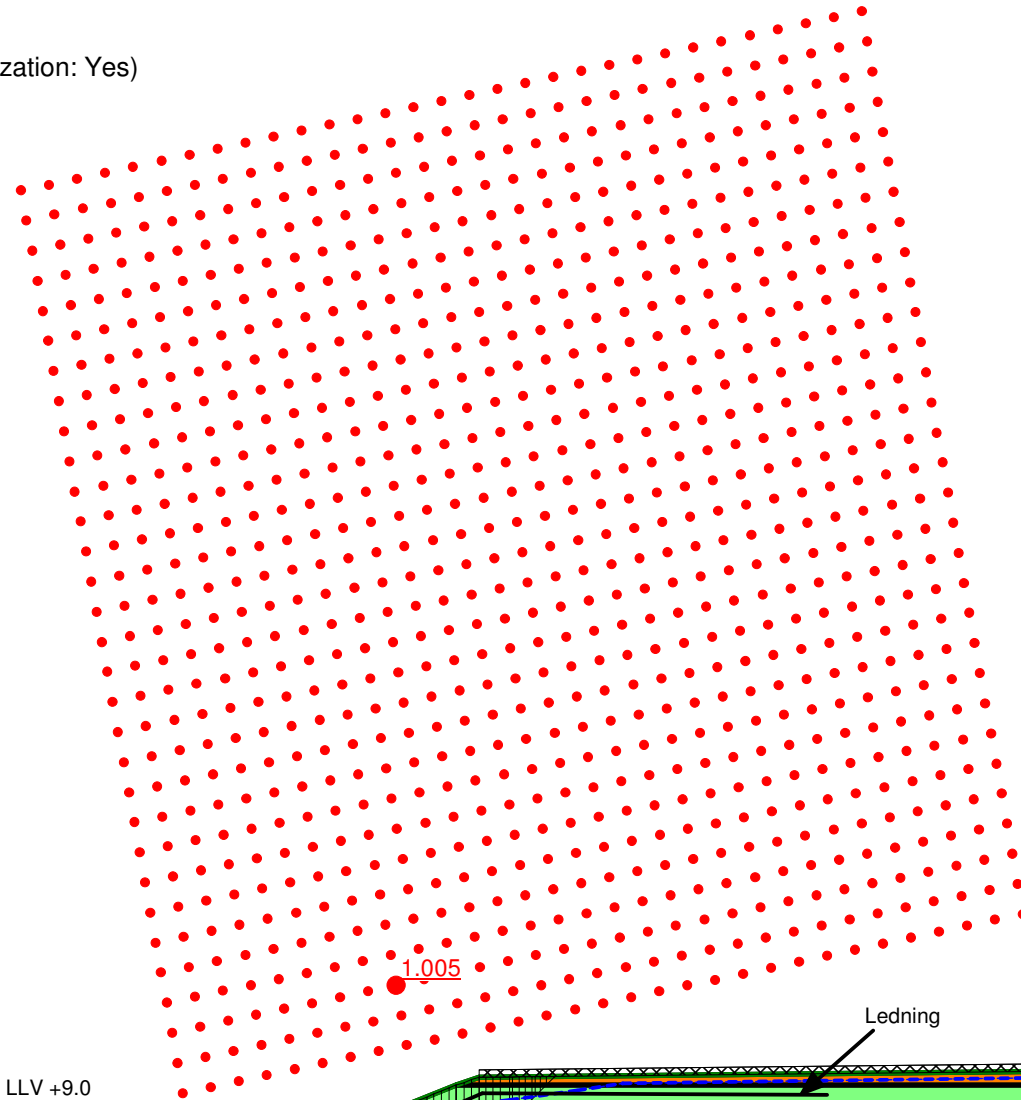
H147-K2 - Odränerad analys

Nutid

Analysmetod: Morgenstern-Price

Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)

GW & portryck: Piezometric Line



Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 37

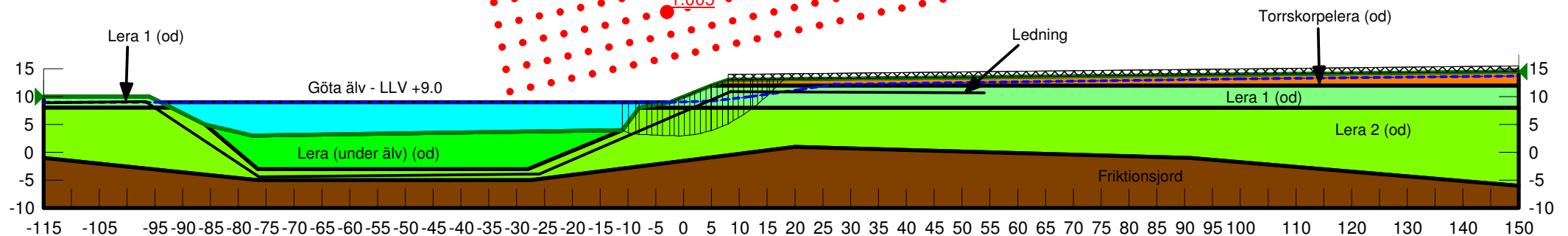
Description: Torrskorpelera (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 16
Cohesion: 12

Description: Lera 1 (od)
Model: SFnDepth
Wt: 15.5
C-Top of Layer: 12
C-Rate of Increase: 0
Limiting C: 0

Description: Lera 2 (od)
Model: SFnDatum
Wt: 15.5
C-Datum: 12
C-Rate of Increase: 1.5
Limiting C: 0
Elevation: 8

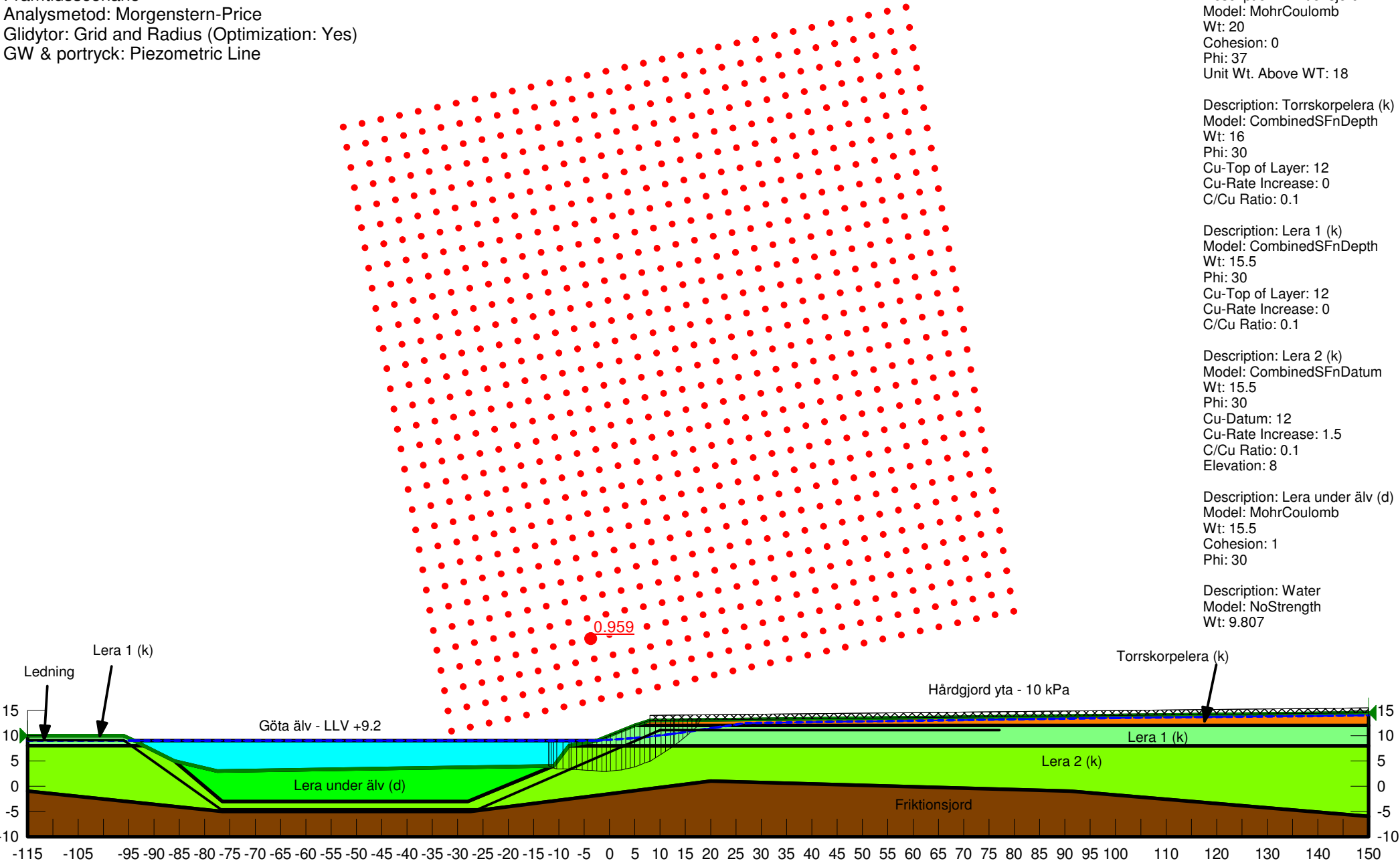
Description: Lera (under älv) (od)
Model: MohrCoulomb
Wt: 15.5
Cohesion: 12
Phi: 0

Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807



1. Bäckebo

H147-K2 - Kombinerad analys
Framtidsscenario
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line



1. Bäckebol

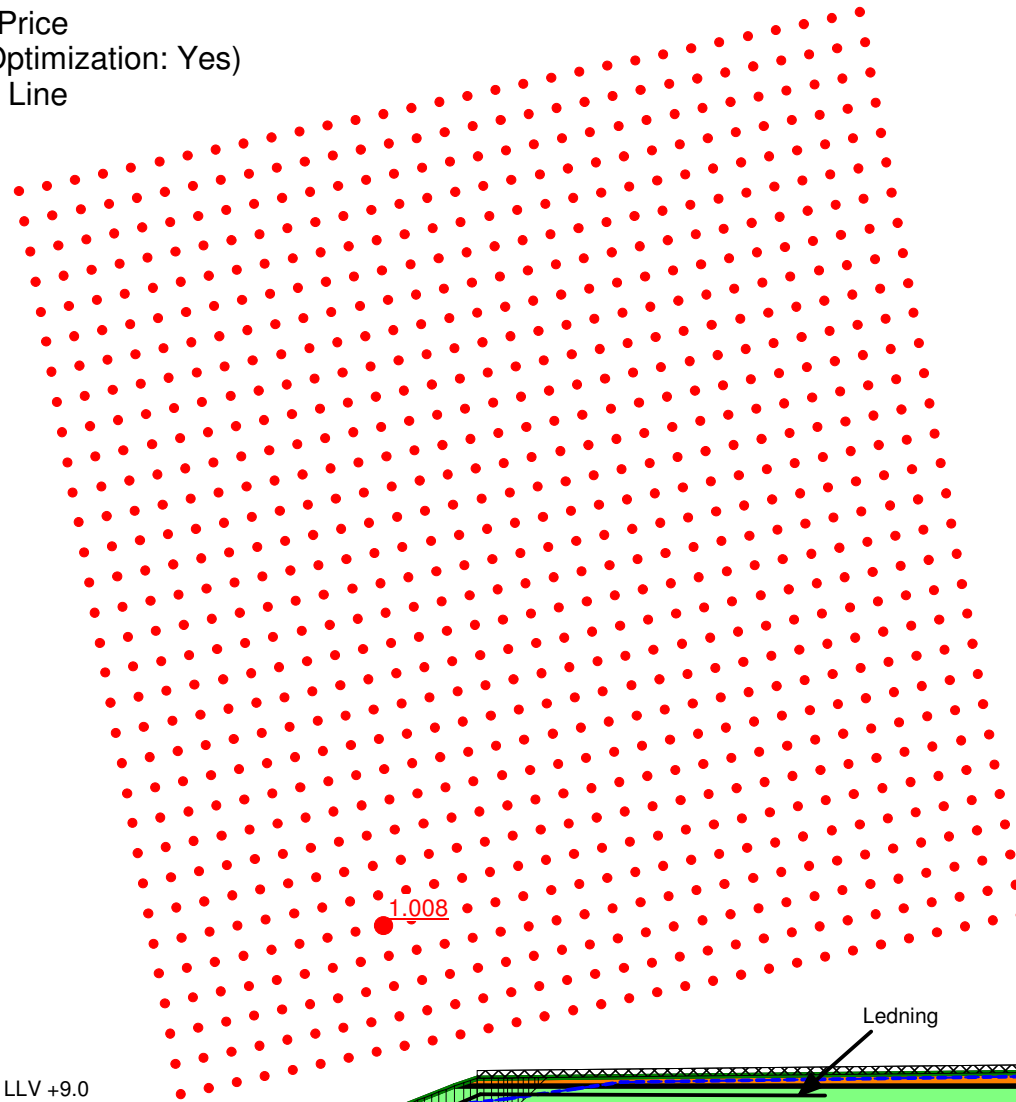
H147-K2 - Odränerad analys

Framtidsscenario

Analysmetod: Morgenstern-Price

Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)

GW & portryck: Piezometric Line



Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 37

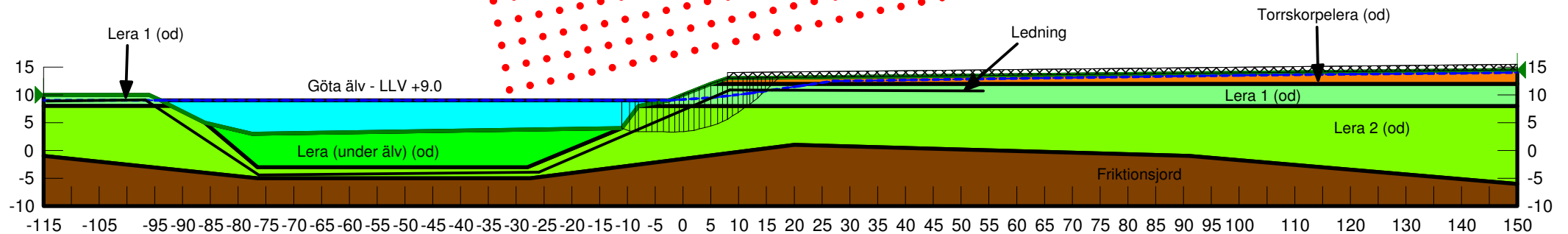
Description: Torrskorpelera (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 16
Cohesion: 12

Description: Lera 1 (od)
Model: SFnDepth
Wt: 15.5
C-Top of Layer: 12
C-Rate of Increase: 0
Limiting C: 0

Description: Lera 2 (od)
Model: SFnDatum
Wt: 15.5
C-Datum: 12
C-Rate of Increase: 1.5
Limiting C: 0
Elevation: 8

Description: Lera (under älv) (od)
Model: MohrCoulomb
Wt: 15.5
Cohesion: 12
Phi: 0

Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807



1. Bäckebol

H147-K3 - Kombinerad analys
Nutid
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line

- Description: Water

Model: NoStrength

Wt: 9.807
- Description: Friktionsjord

Model: MohrCoulomb

Wt: 20

Cohesion: 0

Phi: 37

Unit Wt. Above WT: 18
- Description: Torrskorpelera (k)

Model: CombinedSFnDepth

Wt: 16

Phi: 30

Cu-Top of Layer: 12

Cu-Rate Increase: 0

C/Cu Ratio: 0.1
- Description: Lera 1 (k)

Model: CombinedSFnDepth

Wt: 15.5

Phi: 30

Cu-Top of Layer: 12

Cu-Rate Increase: 0

C/Cu Ratio: 0.1
- Description: Lera 2 (k)

Model: CombinedSFnDatum

Wt: 15.5

Phi: 30

Cu-Datum: 12

Cu-Rate Increase: 1.5

C/Cu Ratio: 0.1

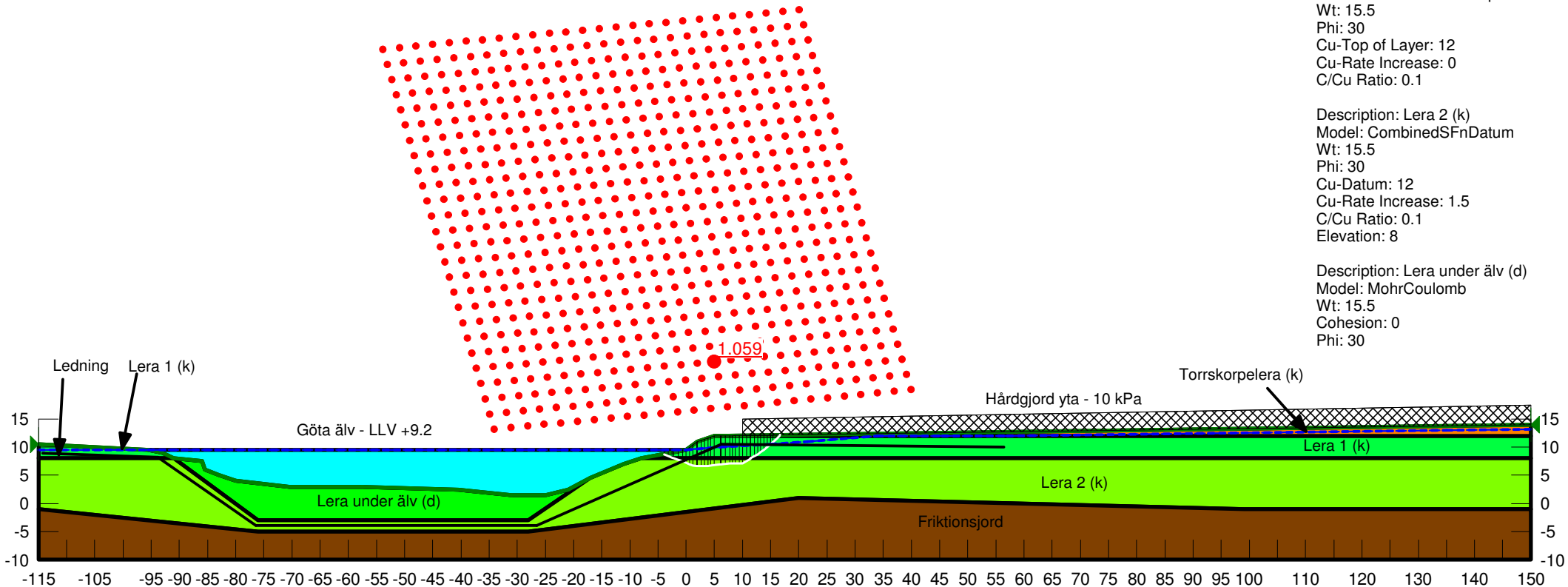
Elevation: 8
- Description: Lera under älv (d)

Model: MohrCoulomb

Wt: 15.5

Cohesion: 0

Phi: 30



1. Bäckebol

H147-K3 - Odränerad analys

Nutid

Analysmetod: Morgenstern-Price

Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)

GW & portryck: Piezometric Line

Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

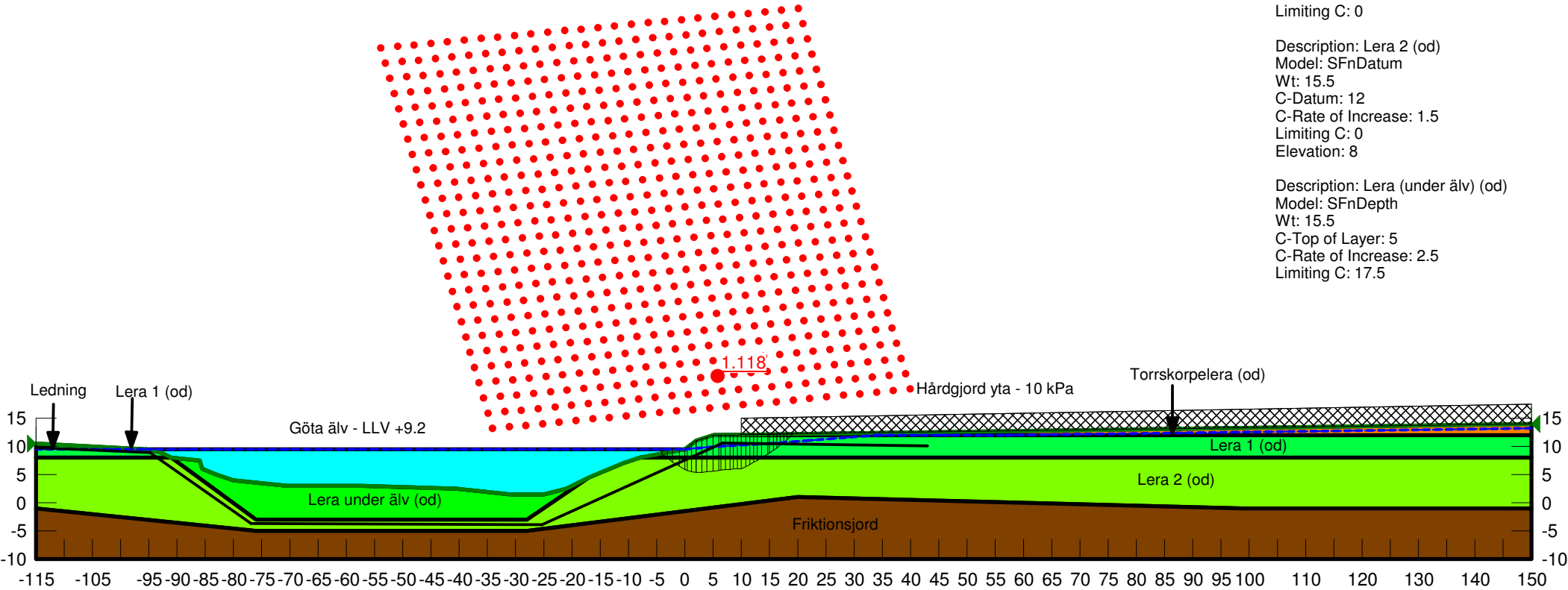
Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 37
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Torrskorpelera (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 16
Cohesion: 12

Description: Lera 1 (od)
Model: SFnDepth
Wt: 15.5
C-Top of Layer: 12
C-Rate of Increase: 0
Limiting C: 0

Description: Lera 2 (od)
Model: SFnDatum
Wt: 15.5
C-Datum: 12
C-Rate of Increase: 1.5
Limiting C: 0
Elevation: 8

Description: Lera (under älv) (od)
Model: SFnDepth
Wt: 15.5
C-Top of Layer: 5
C-Rate of Increase: 2.5
Limiting C: 17.5



1. Bäckebol

H147-K3 - Kombinerad analys
Framtidsscenario
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line

Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

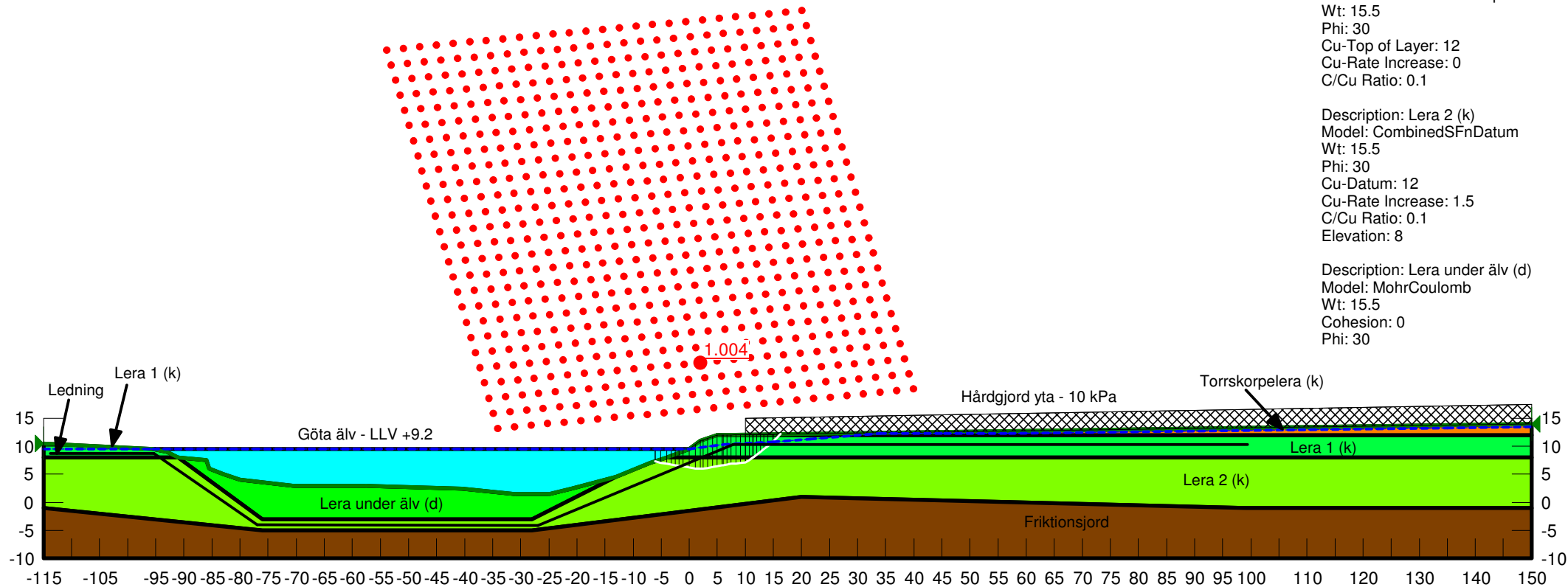
Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 37
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Torrskorpelera (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 16
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 12
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Lera 1 (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 15.5
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 12
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Lera 2 (k)
Model: CombinedSFnDatum
Wt: 15.5
Phi: 30
Cu-Datum: 12
Cu-Rate Increase: 1.5
C/Cu Ratio: 0.1
Elevation: 8

Description: Lera under älv (d)
Model: MohrCoulomb
Wt: 15.5
Cohesion: 0
Phi: 30



1. Bäckebol

H147-K3 - Odränerad analys
Framtidsscenario
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line

- Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

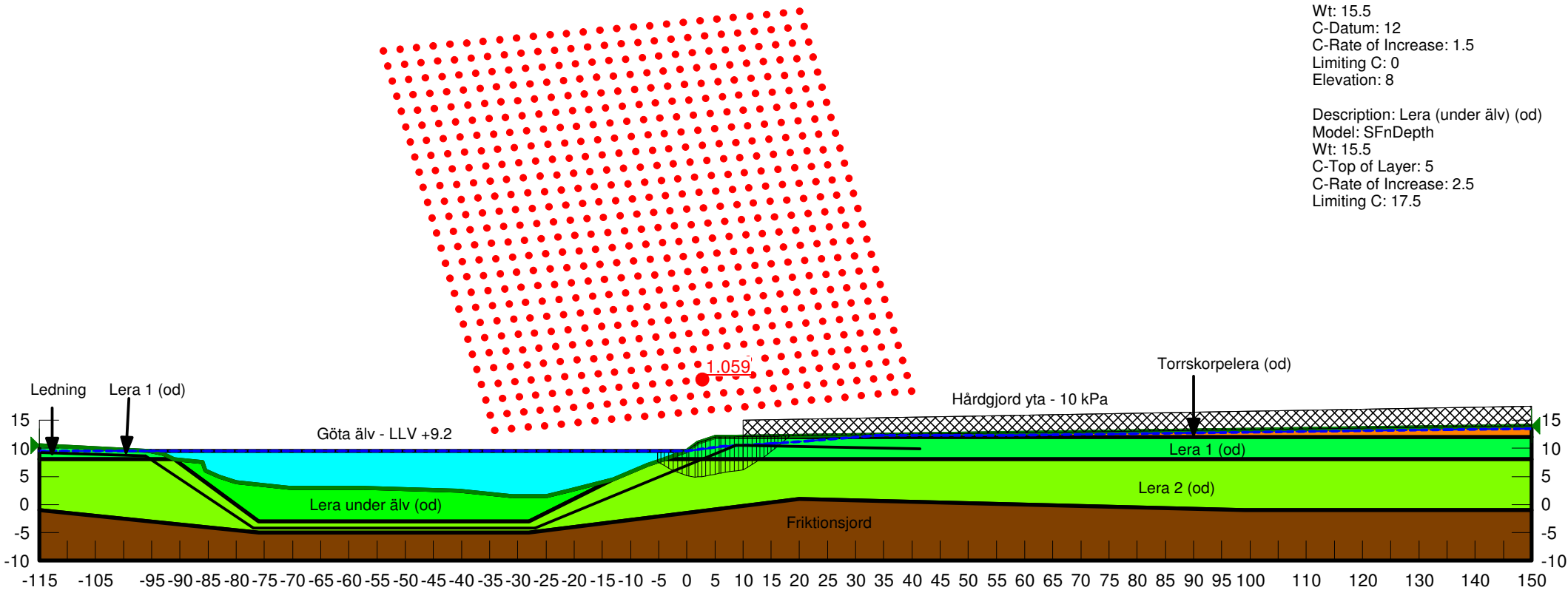
Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 37
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Torrskorpelera (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 16
Cohesion: 12

Description: Lera 1 (od)
Model: SFnDepth
Wt: 15.5
C-Top of Layer: 12
C-Rate of Increase: 0
Limiting C: 0

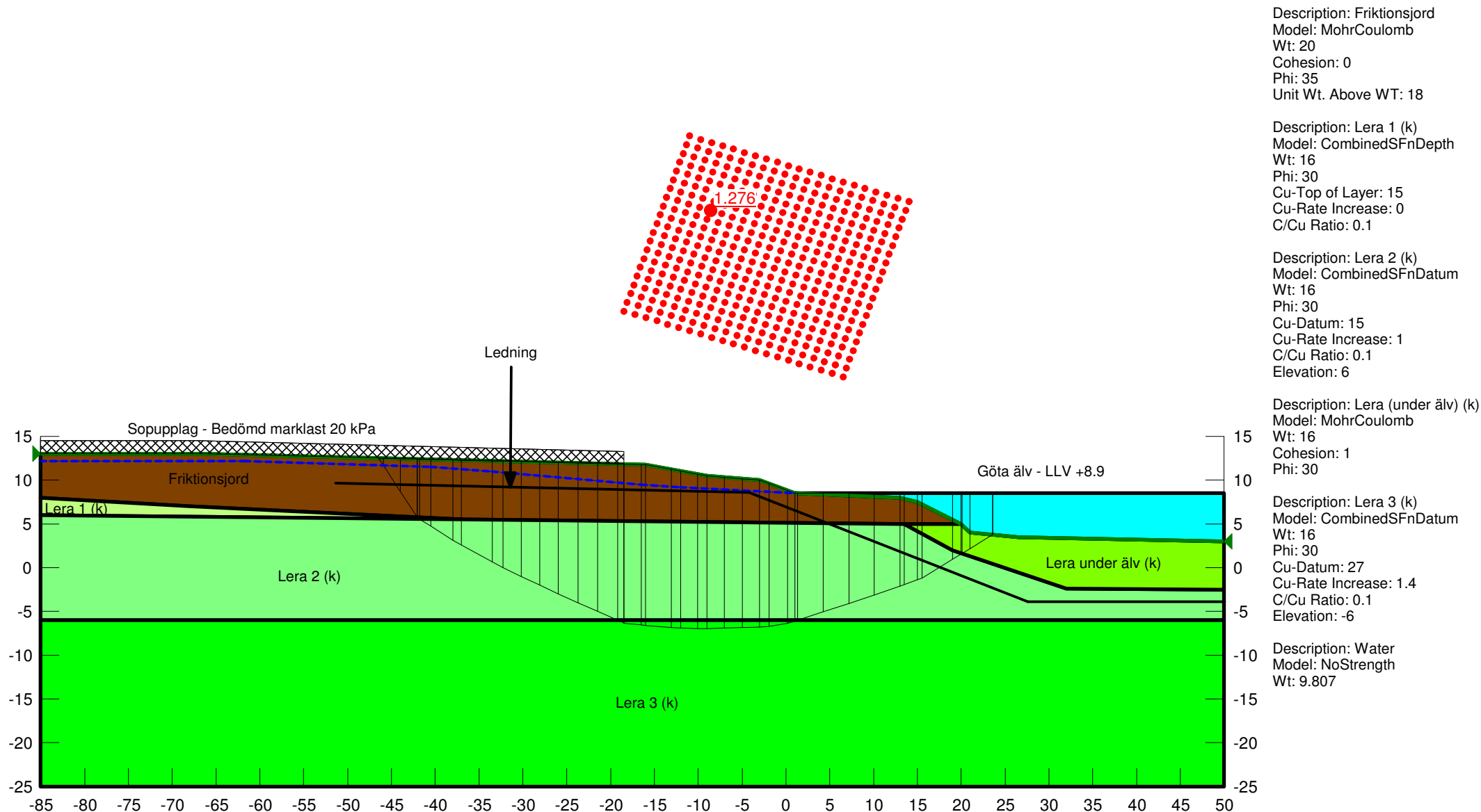
Description: Lera 2 (od)
Model: SFnDatum
Wt: 15.5
C-Datum: 12
C-Rate of Increase: 1.5
Limiting C: 0
Elevation: 8

Description: Lera (under älv) (od)
Model: SFnDepth
Wt: 15.5
C-Top of Layer: 5
C-Rate of Increase: 2.5
Limiting C: 17.5



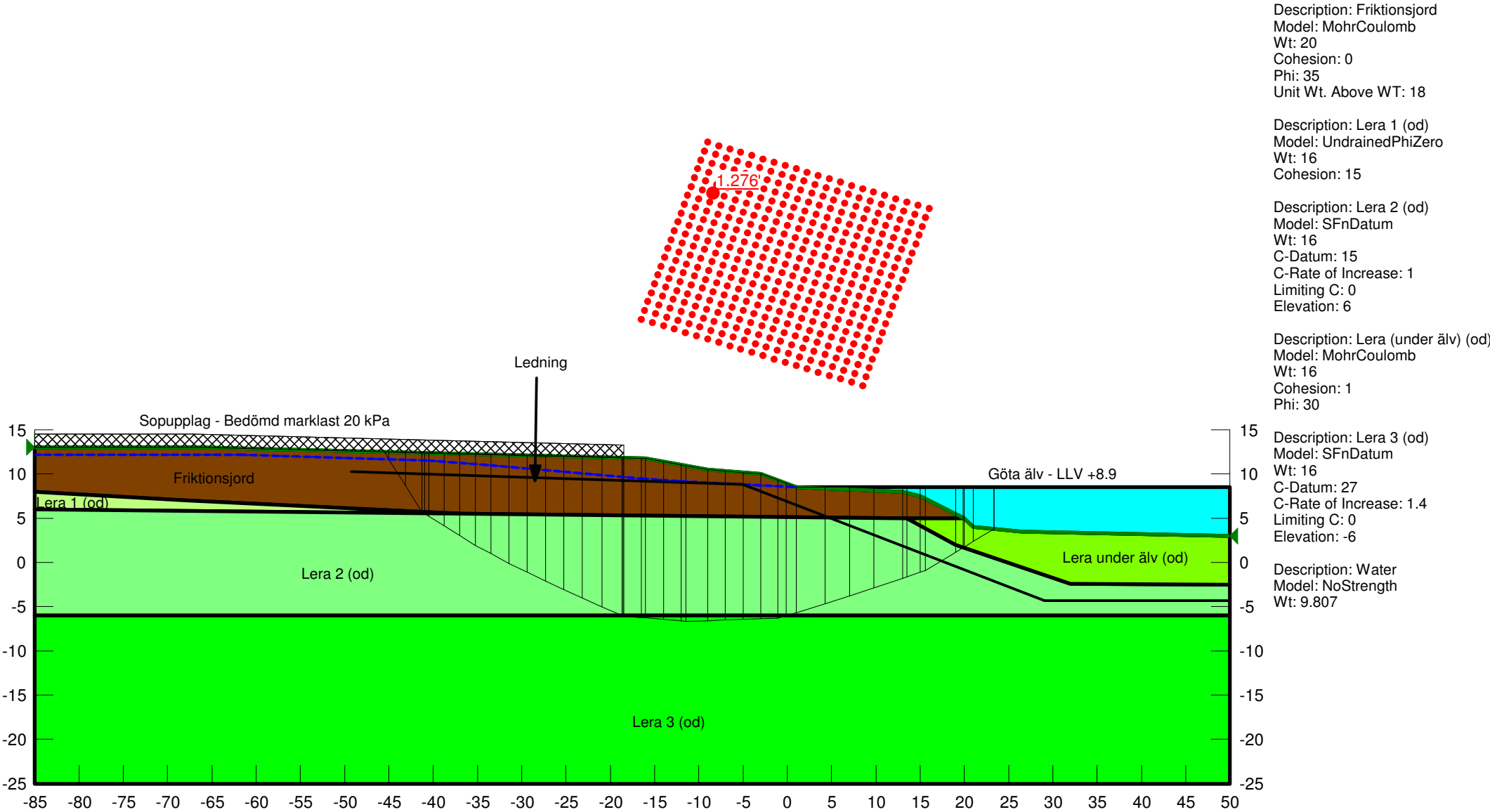
1. Bäckebol

N006-K1 - Kombinerad analys
Nutid
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line



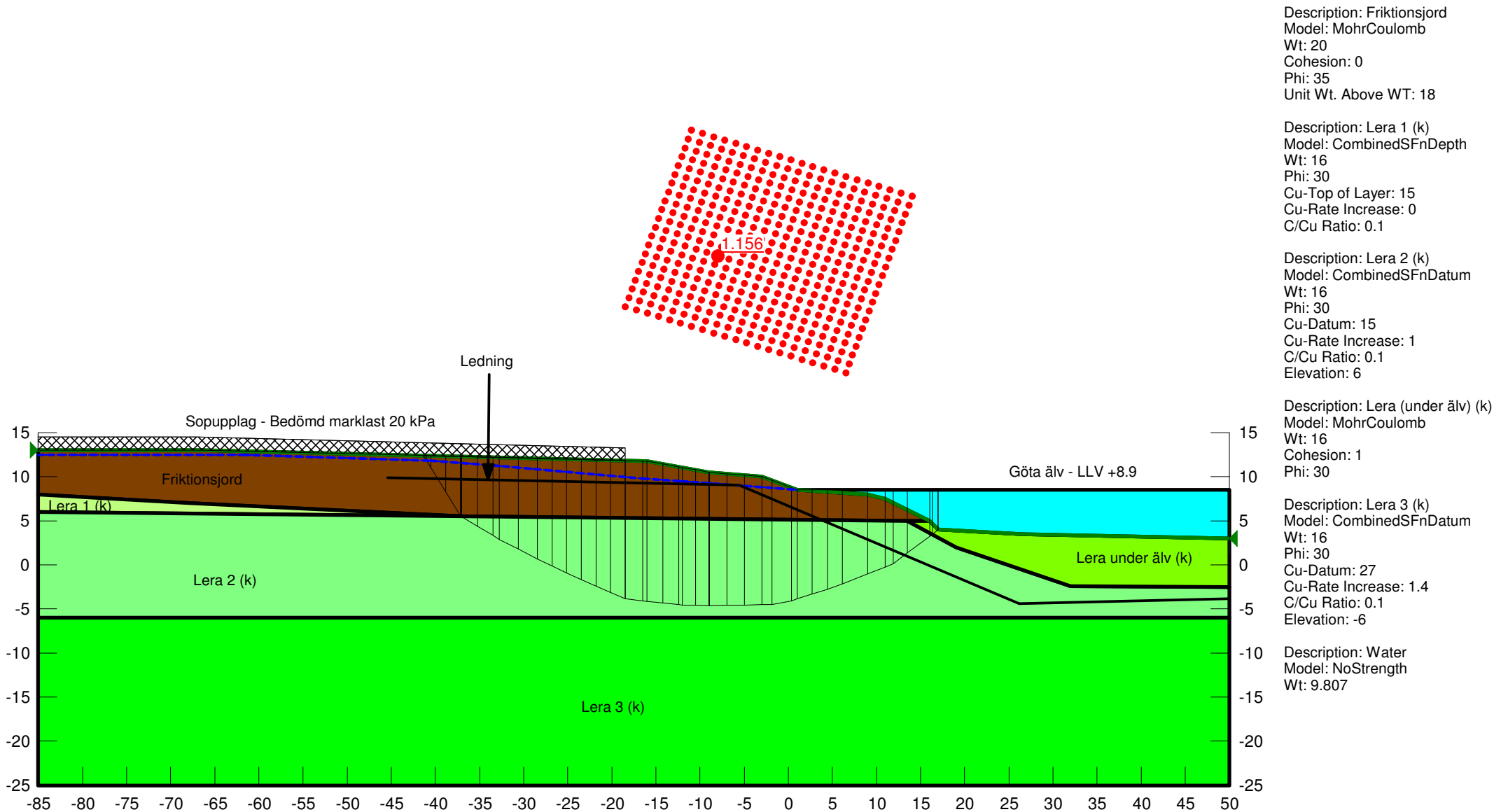
1. Bäckebol

N006-K1 - Odränerad analys
Nutid
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line



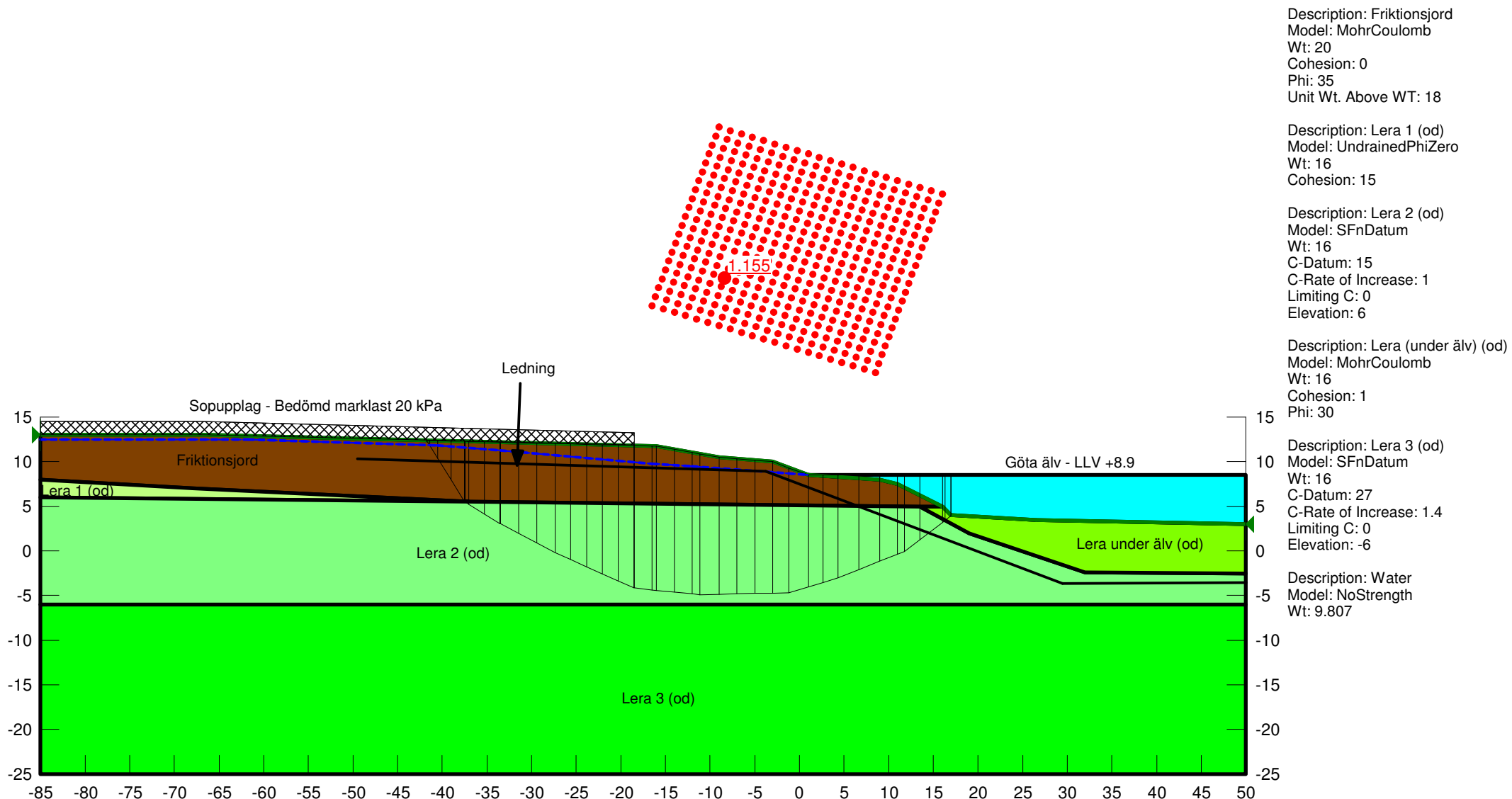
1. Bäckebol

N006-K1 - Kombinerad analys
Framtidsscenario
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line



1. Bäckebol

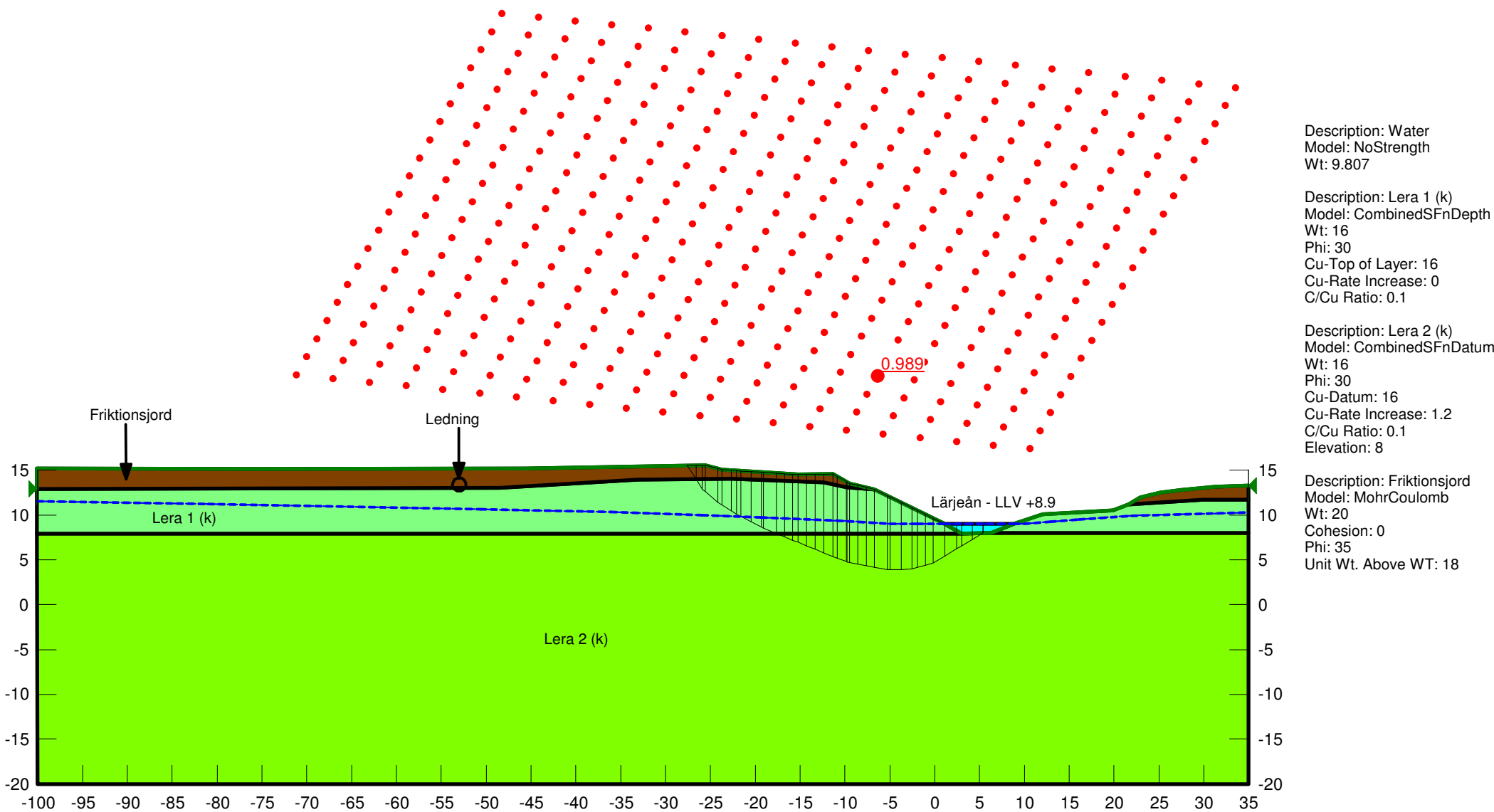
N006-K1 - Odränerad analys
Framtidsscenario
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line



- Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above WT: 18
- Description: Lera 1 (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 16
Cohesion: 15
- Description: Lera 2 (od)
Model: SFnDatum
Wt: 16
C-Datum: 15
C-Rate of Increase: 1
Limiting C: 0
Elevation: 6
- Description: Lera (under älv) (od)
Model: MohrCoulomb
Wt: 16
Cohesion: 1
Phi: 30
- Description: Lera 3 (od)
Model: SFnDatum
Wt: 16
C-Datum: 27
C-Rate of Increase: 1.4
Limiting C: 0
Elevation: -6
- Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

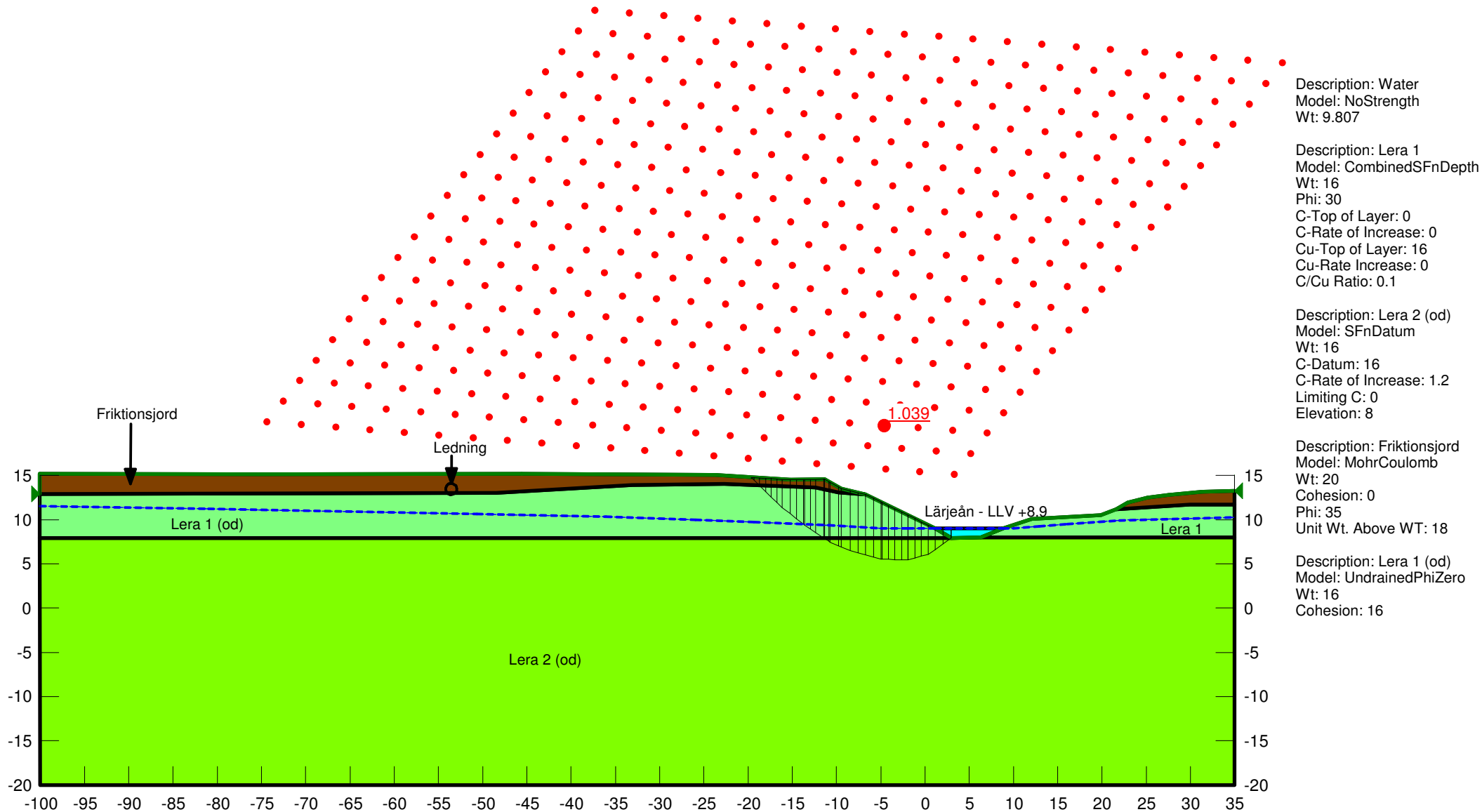
2. Lärjeholm

N017-K1 - Kombinerad analys
Nutid
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line



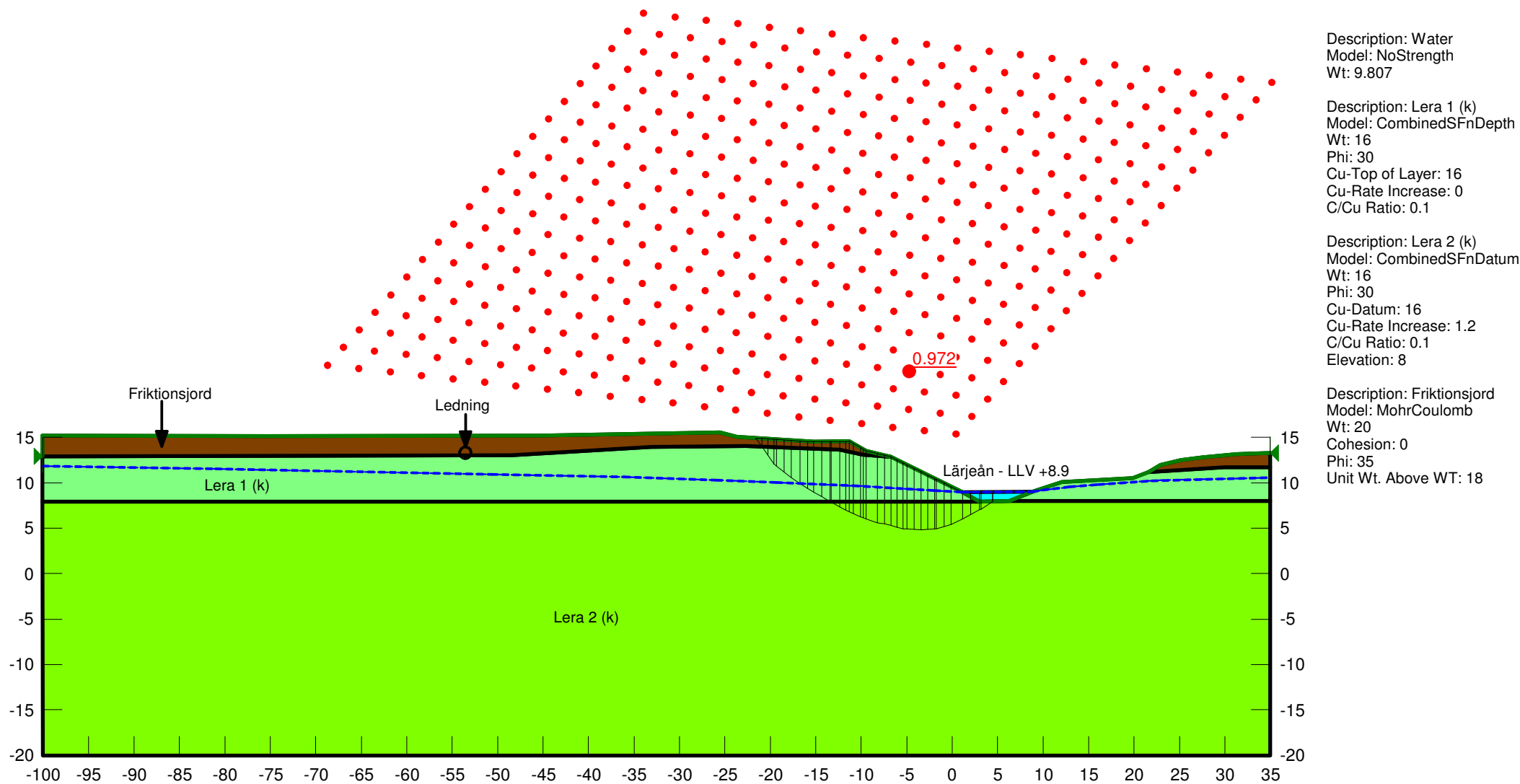
2. Lärjeholm

N017-K1 - Odränerad analys
Nutid
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line



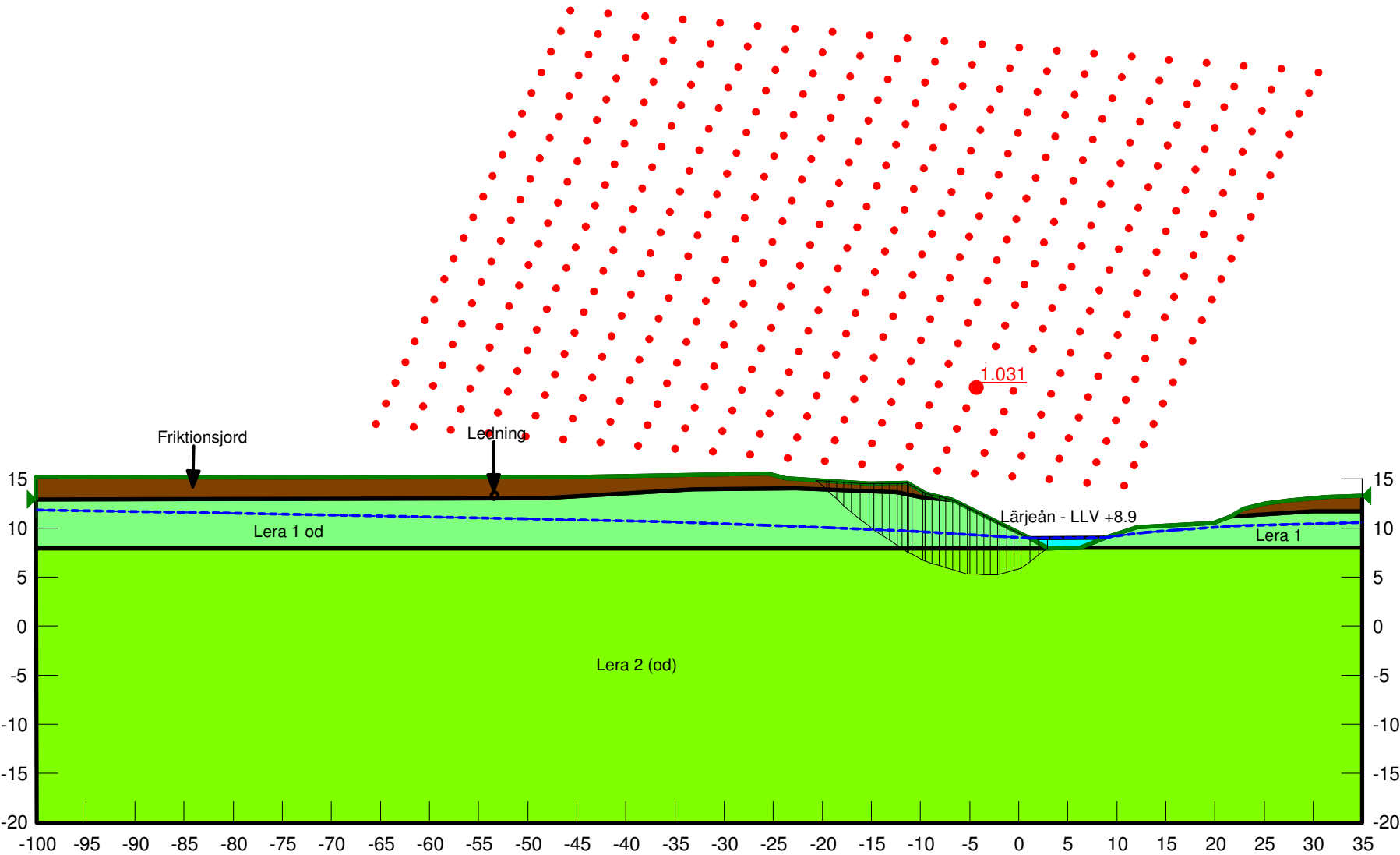
2. Lärjeholm

N017-K1 - Kombinerad analys
Framtidsscenario
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line



2. Lärjeholm

N017-K1 - Odränerad analys
Framtidsscenario
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line



Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

Description: Lera 1
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 16
Phi: 30
C-Top of Layer: 0
C-Rate of Increase: 0
Cu-Top of Layer: 16
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

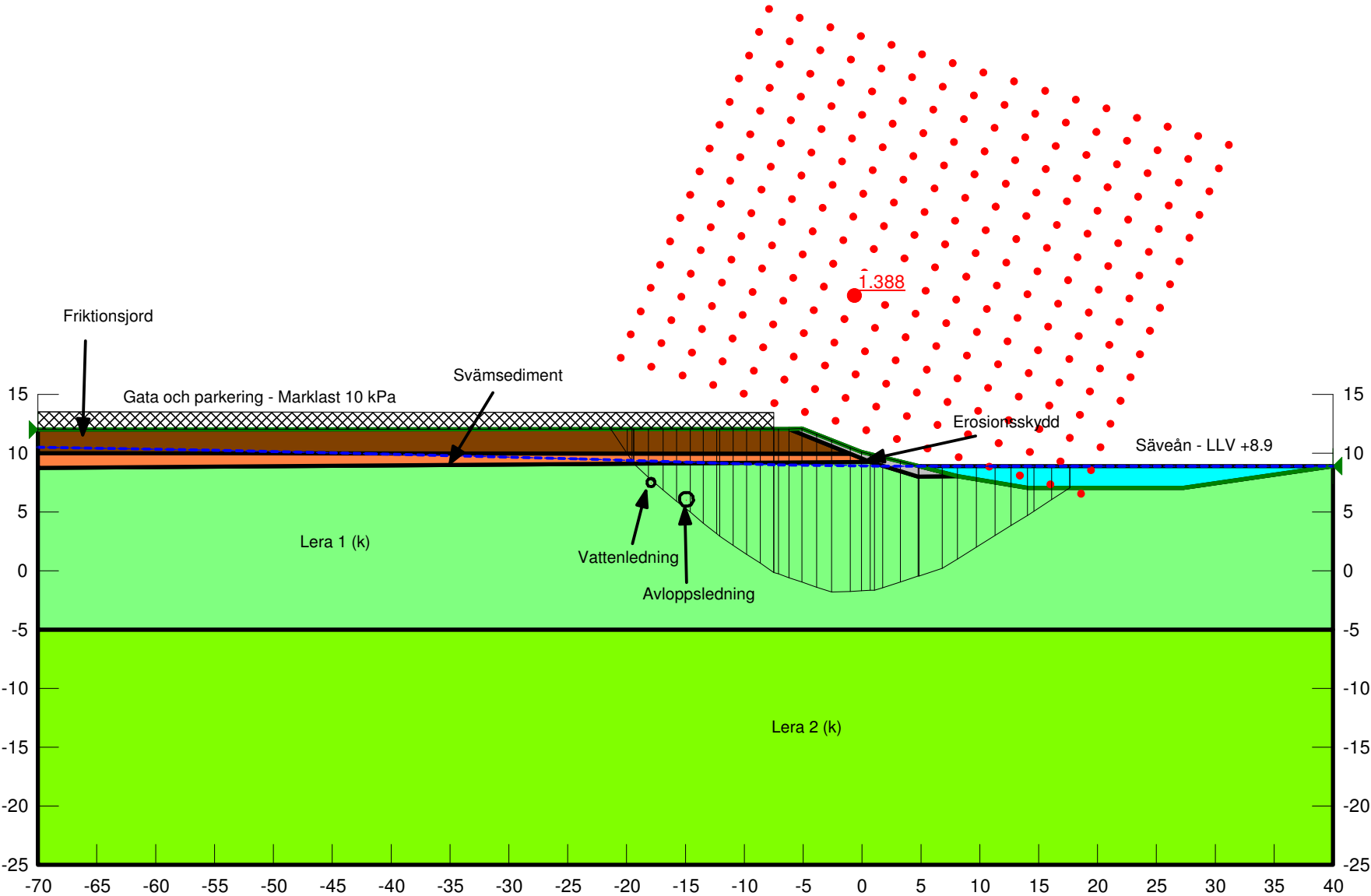
Description: Lera 2 (od)
Model: SFnDatum
Wt: 16
C-Datum: 16
C-Rate of Increase: 1.2
Limiting C: 0
Elevation: 8

Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Lera 1 (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 16
Cohesion: 16

3. Marieholm

S115-K1 - Kombinerad analys
Nutid
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line



- Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807
- Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35
- Description: Lera 1 (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 16
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 22
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1
- Description: Lera 2 (k)
Model: CombinedSFnDatum
Wt: 16
Phi: 30
Cu-Datum: 22
Cu-Rate Increase: 1
C/Cu Ratio: 0.1
Elevation: -5
- Description: Erosionsskydd
Model: MohrCoulomb
Wt: 21
Cohesion: 0
Phi: 45
- Description: Svåmsediment
Model: MohrCoulomb
Wt: 18
Cohesion: 0
Phi: 35

3. Marieholm

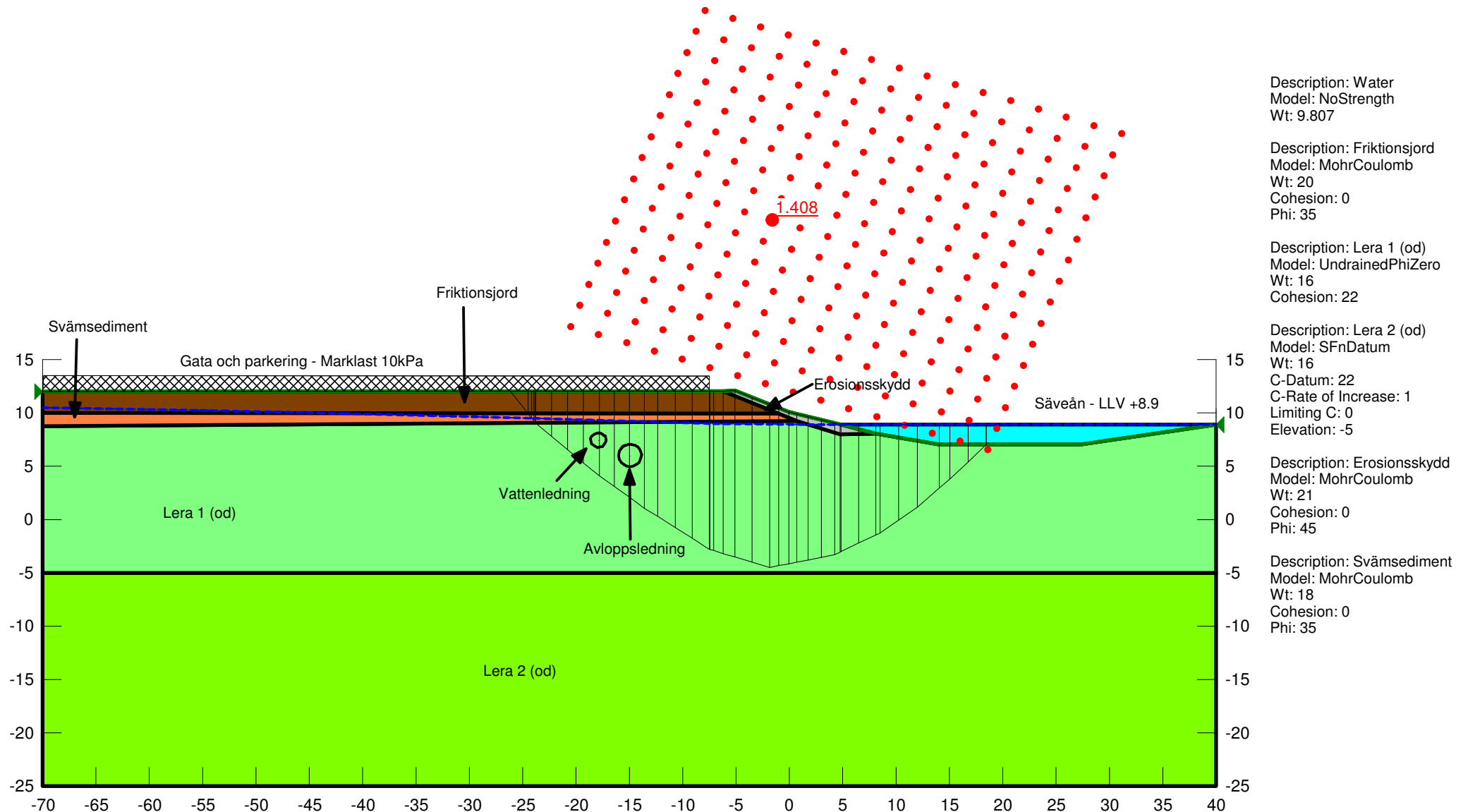
S115-K1 - Odränerad analys

Nutid

Analysmetod: Morgenstern-Price

Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)

GW & portryck: Piezometric Line



Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35

Description: Lera 1 (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 16
Cohesion: 22

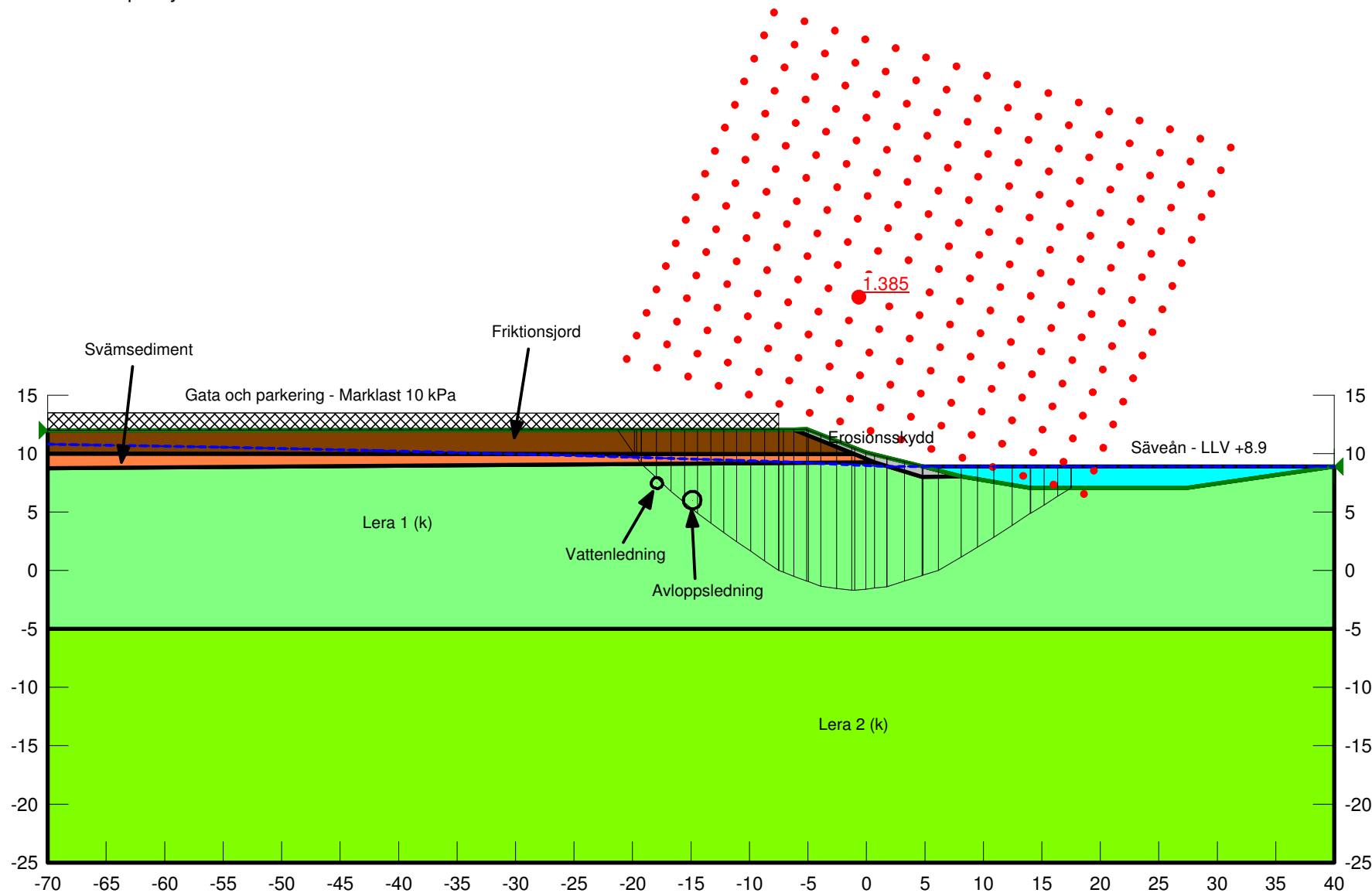
Description: Lera 2 (od)
Model: SFnDatum
Wt: 16
C-Datum: 22
C-Rate of Increase: 1
Limiting C: 0
Elevation: -5

Description: Erosionsskydd
Model: MohrCoulomb
Wt: 21
Cohesion: 0
Phi: 45

Description: Svämsediment
Model: MohrCoulomb
Wt: 18
Cohesion: 0
Phi: 35

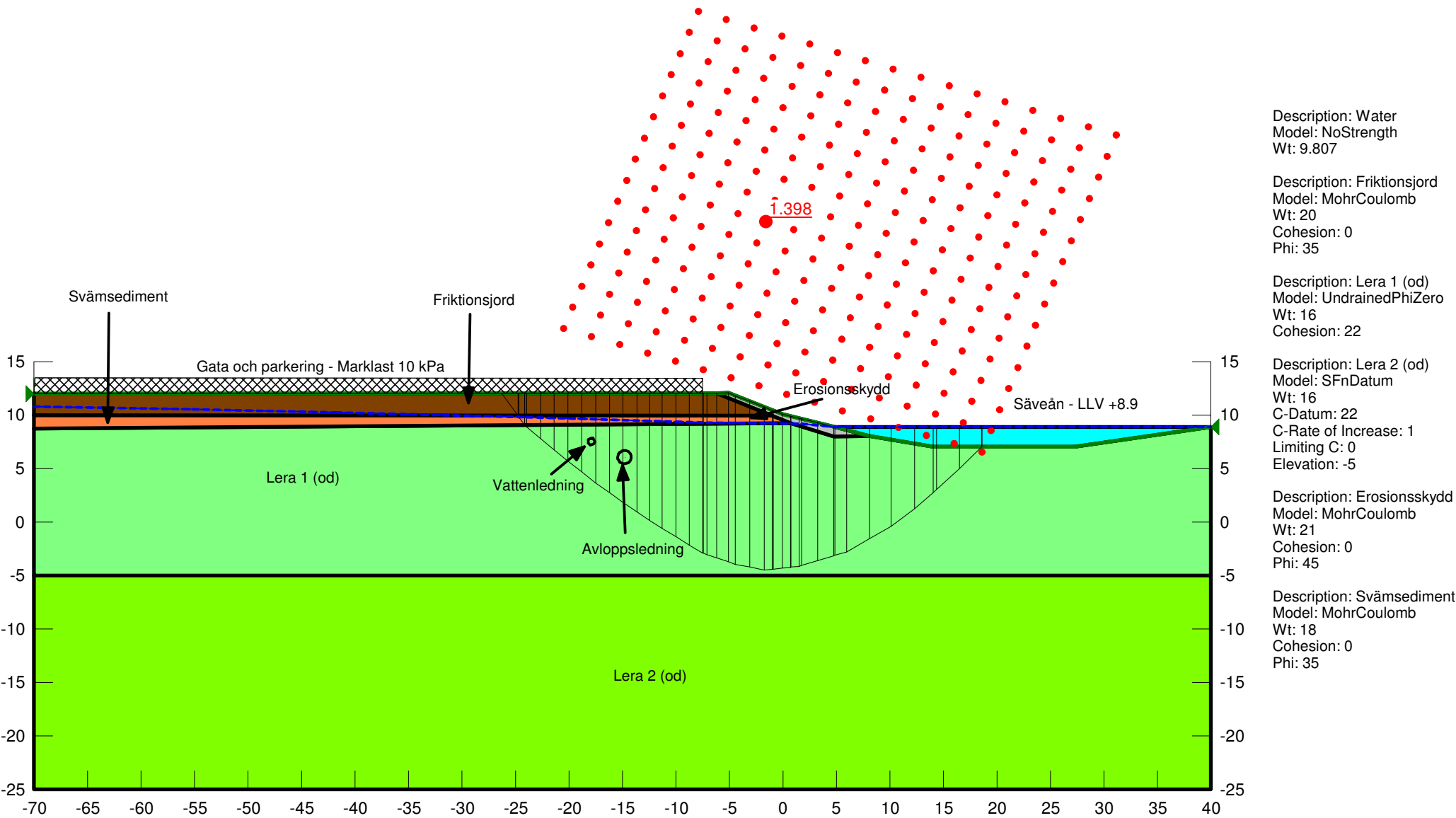
3. Marieholm

S115-K1 - Kombinerad analys
Framtidsscenario
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line



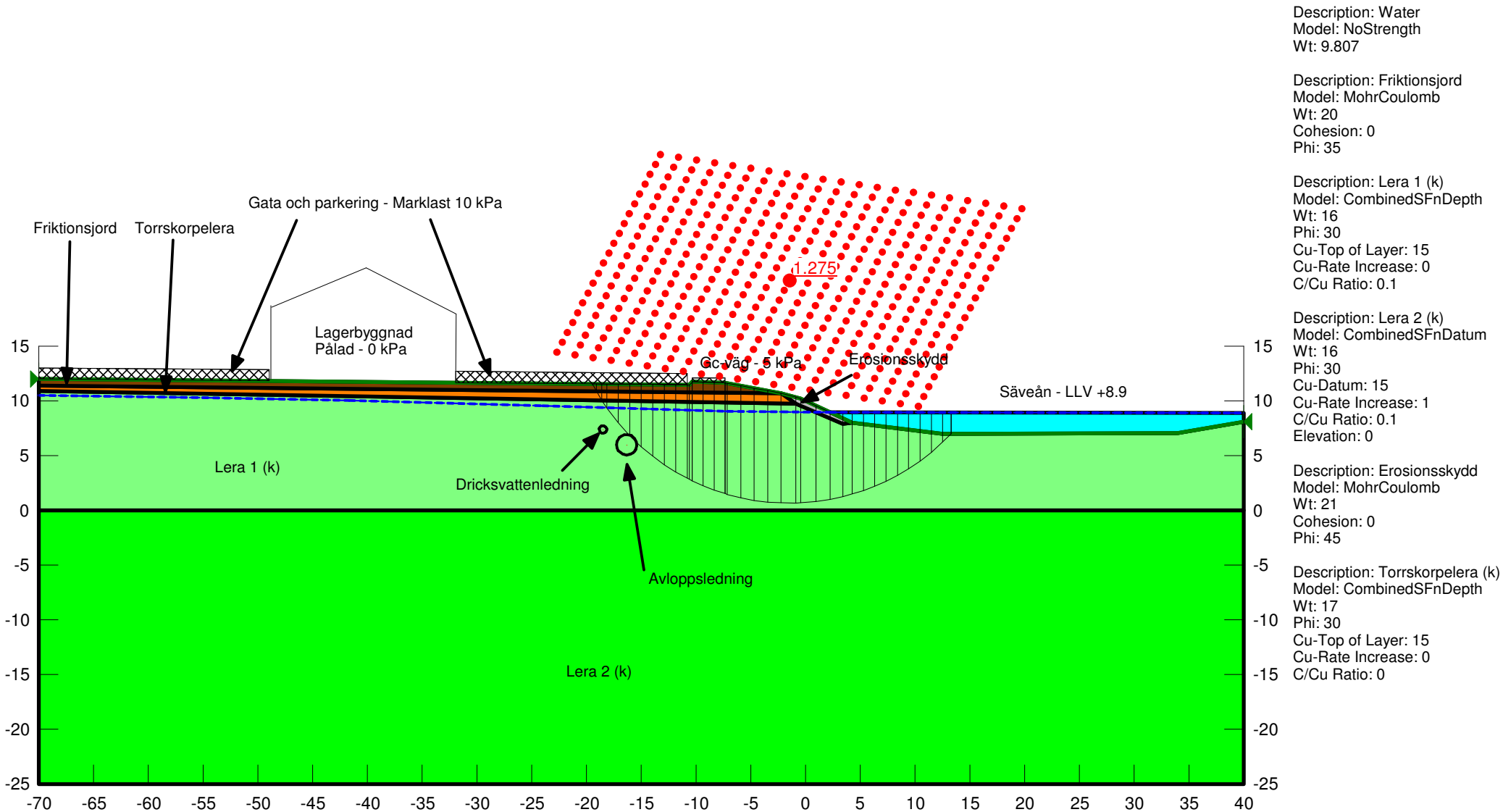
3. Marieholm

S115-K1 - Odränerad analys
Framtidsscenario
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line



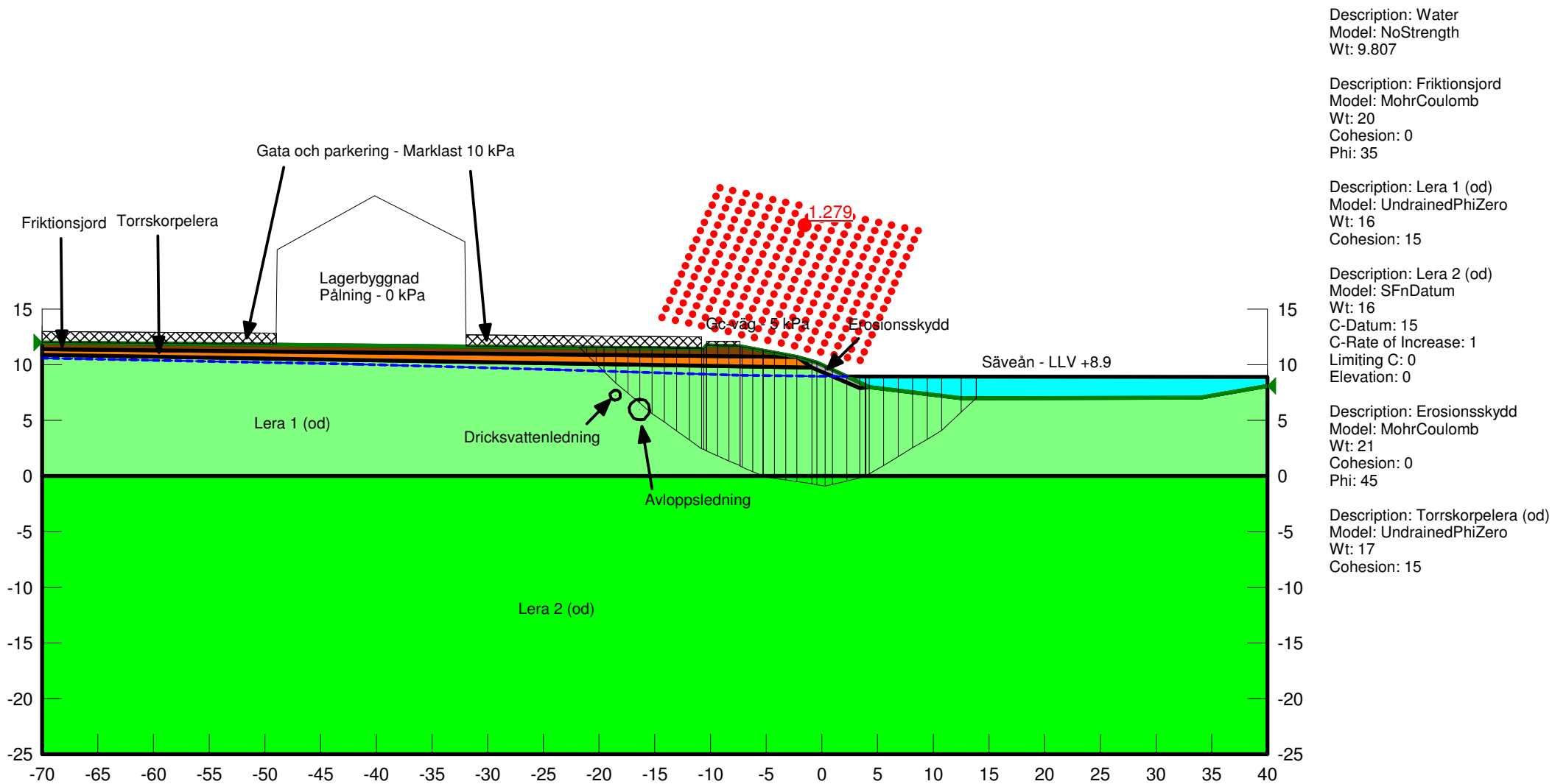
3. Marieholm

S115-K2 - Kombinerad analys
Nutid
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line



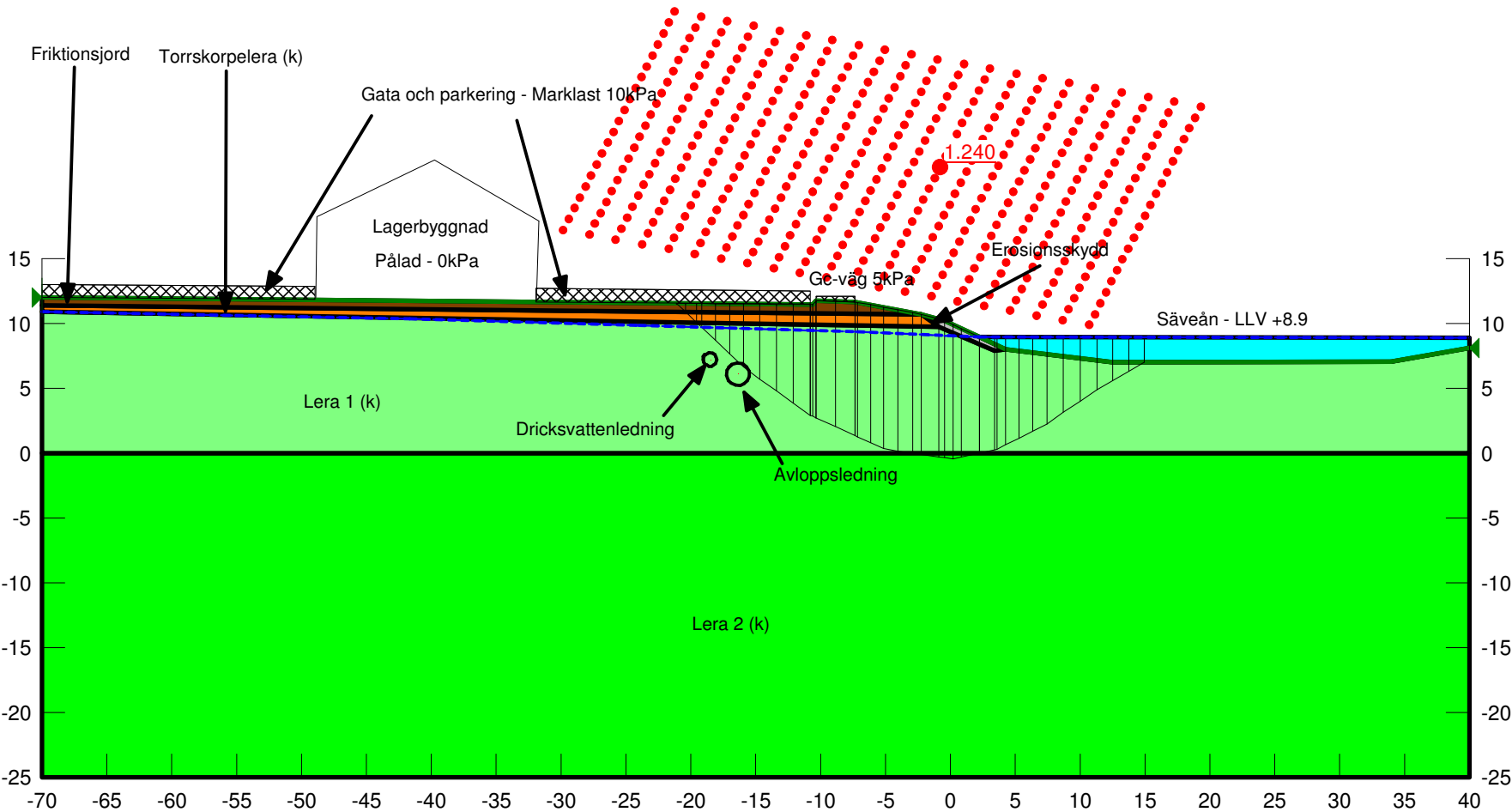
3. Marieholm

S115-K2 - Odränerad analys
Nutid
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line



3. Marieholm

S115-K2 - Kombinerad analys
Framtidsscenario
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line



Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35

Description: Lera 1 (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 16
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 15
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

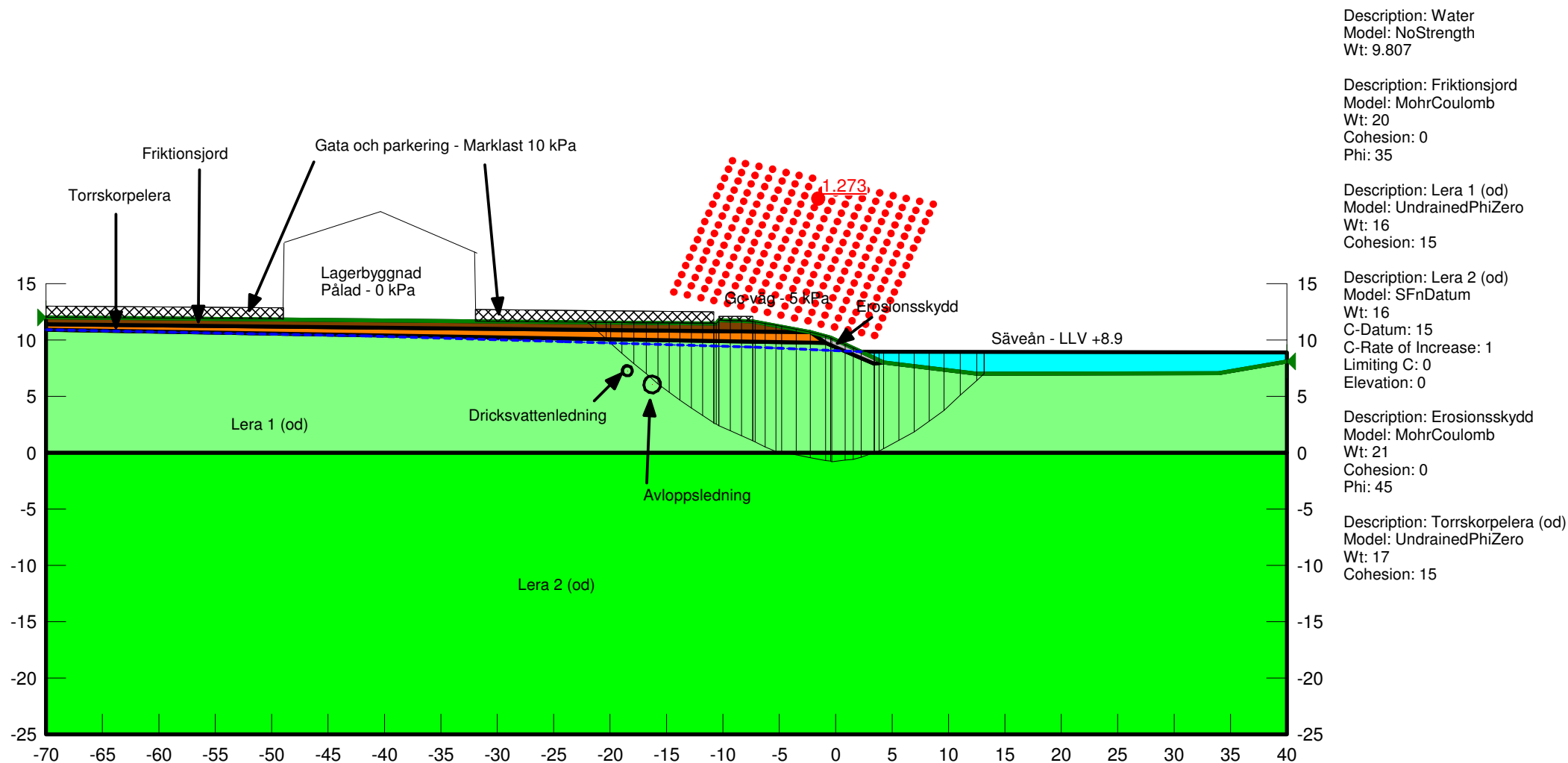
Description: Lera 2 (k)
Model: CombinedSFnDatum
Wt: 16
Phi: 30
Cu-Datum: 15
Cu-Rate Increase: 1
C/Cu Ratio: 0.1
Elevation: 0

Description: Erosionsskydd
Model: MohrCoulomb
Wt: 21
Cohesion: 0
Phi: 45

Description: Torrskorpelera (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 17
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 15
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0

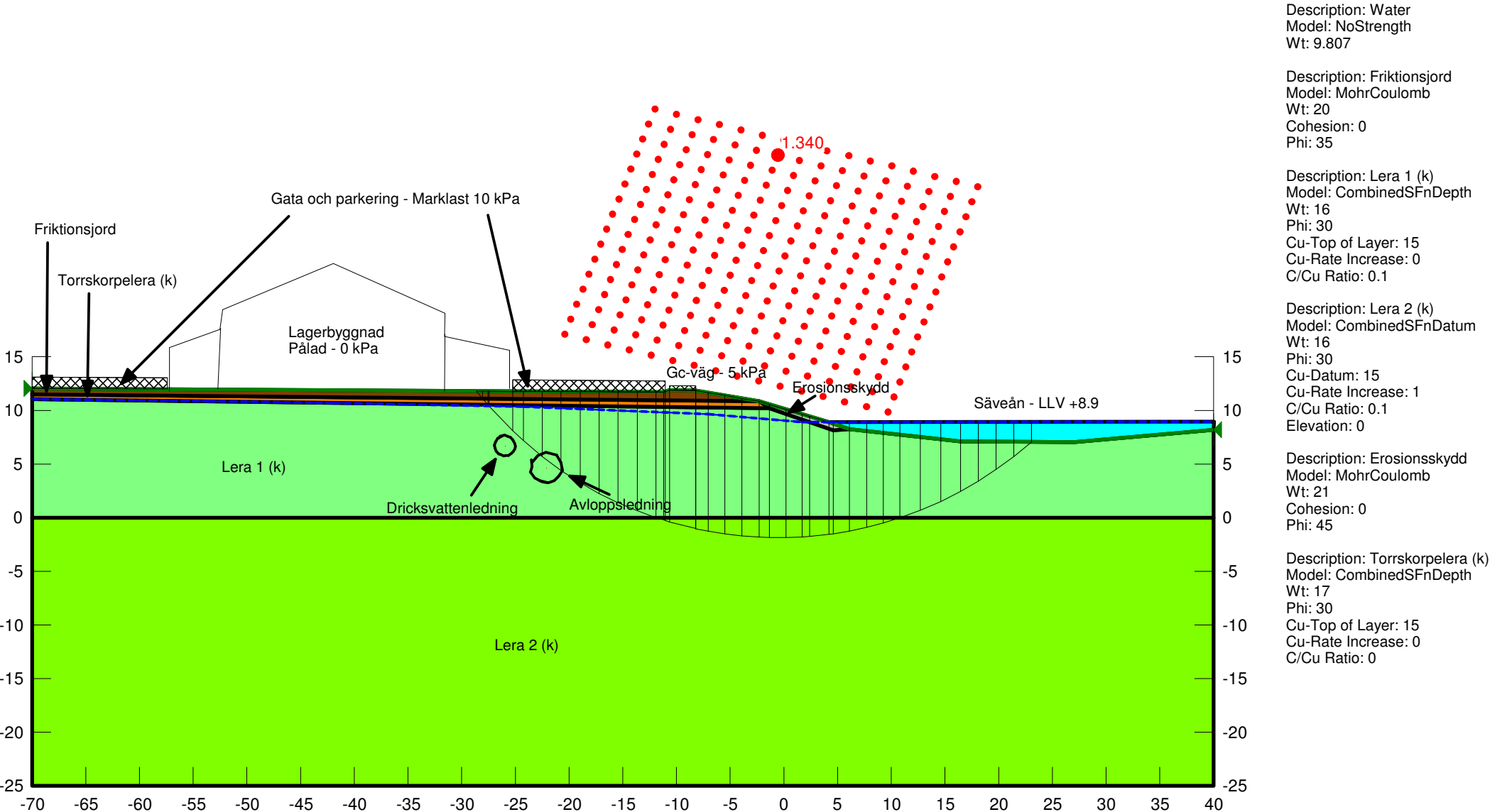
3. Marieholm

S115-K2 - Odränerad analys
Framtidsscenario
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line



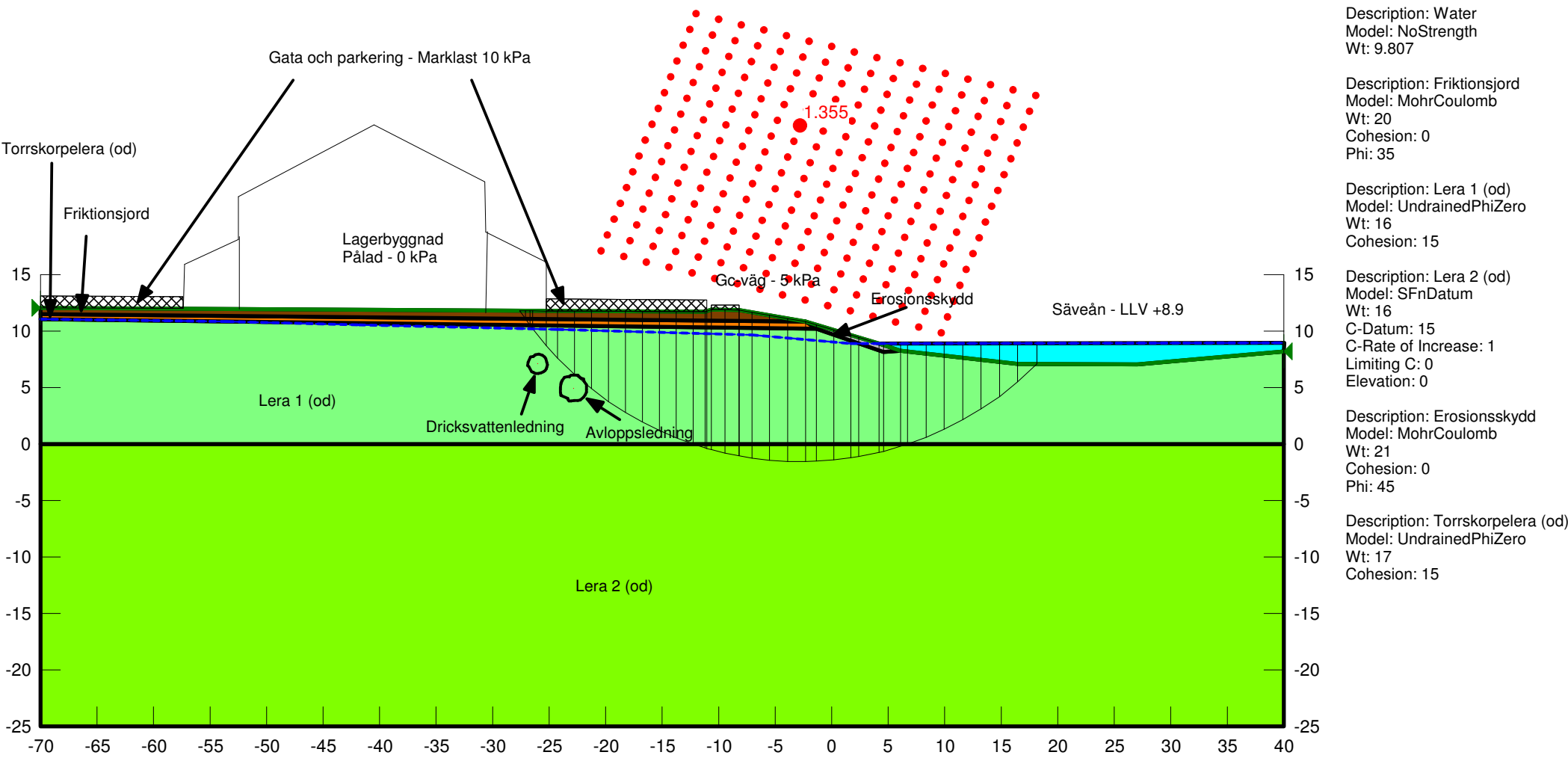
3. Marieholm

S115-K3 - Kombinerad analys
Nutid
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line



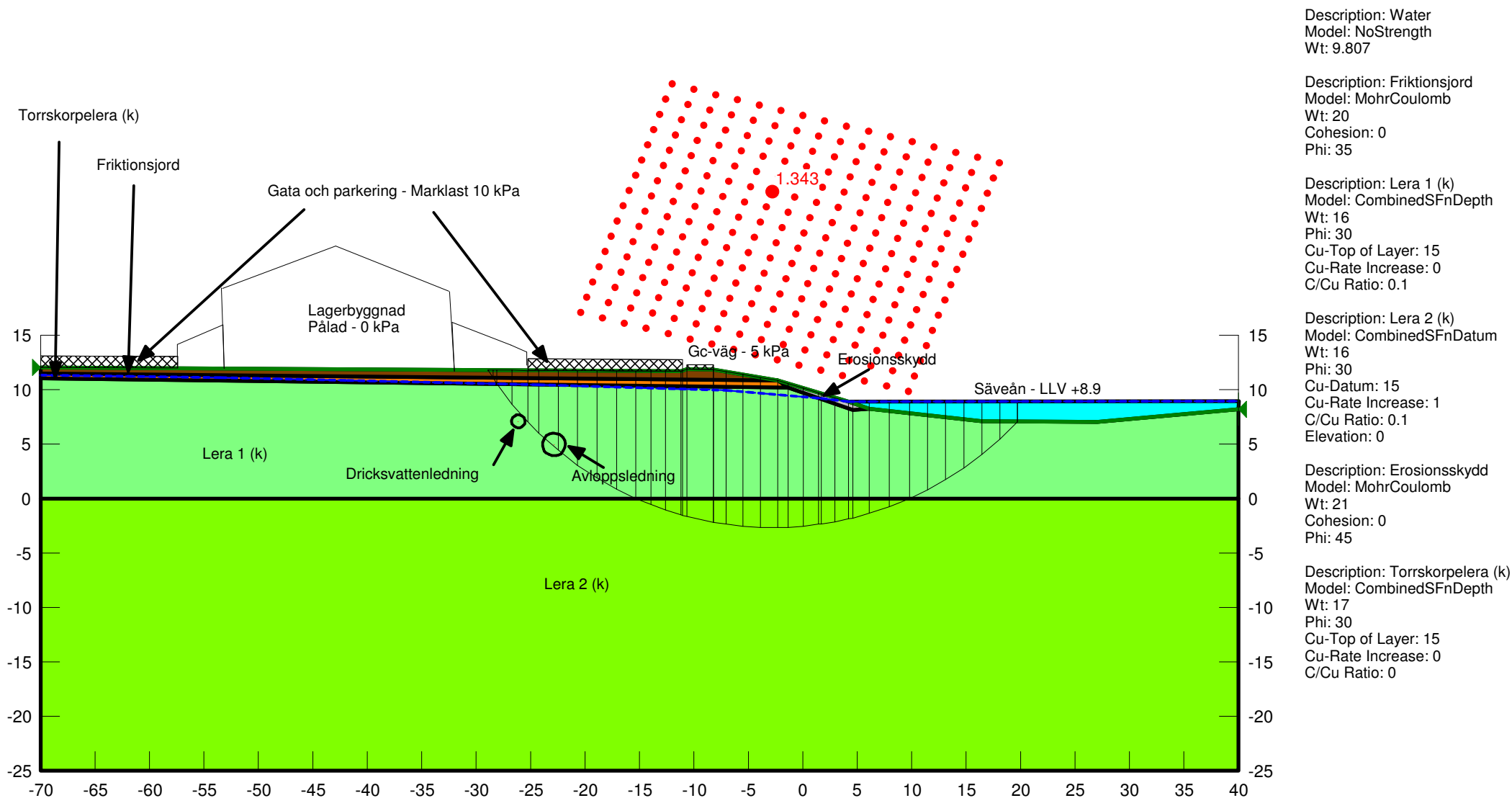
3. Marieholm

S115-K3 - Odränerad analys
Nutid
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line



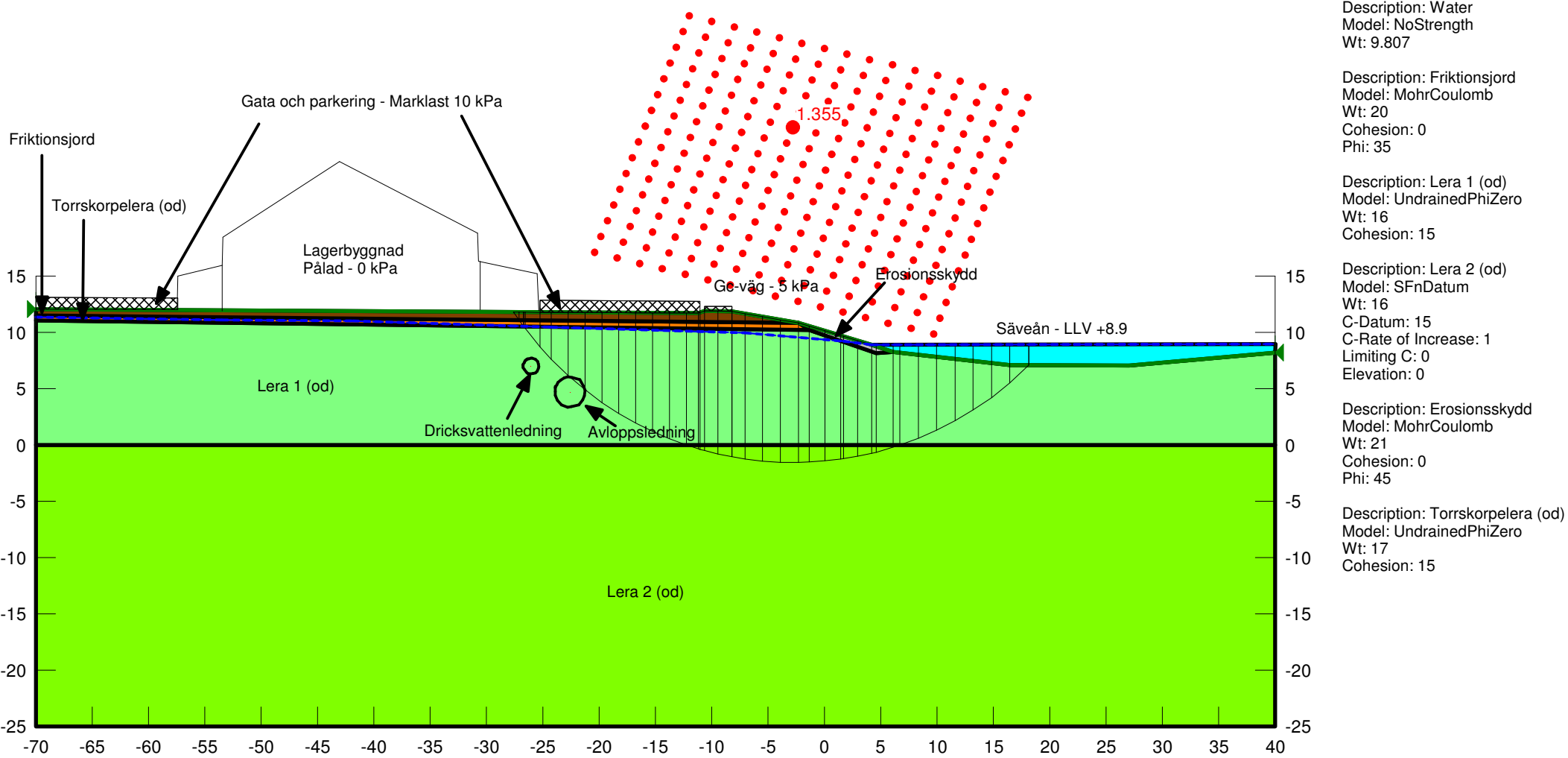
3. Marieholm

S115-K3 - Kombinerad analys
Framtidsscenario
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line



3. Marieholm

S115-K3 - Odränerad analys
Framtidsscenario
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line



4. Angered Hjällbo

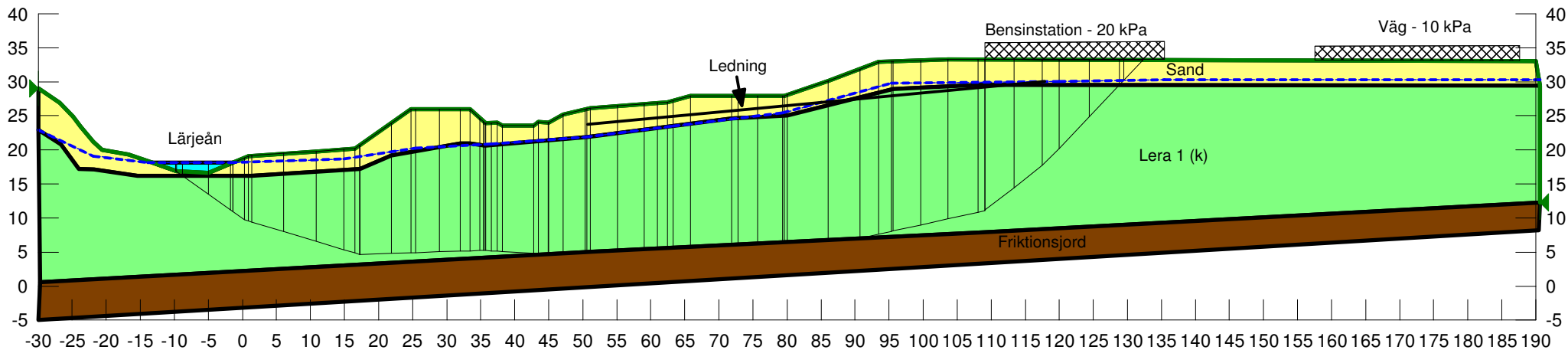
N021-S1.1 - Kombinerad analys
Nutid
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line

Description: Sand
Model: MohrCoulomb
Wt: 21
Cohesion: 0
Phi: 35

Description: Lera 1 (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 15
Phi: 35
Cu-Top of Layer: 40
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

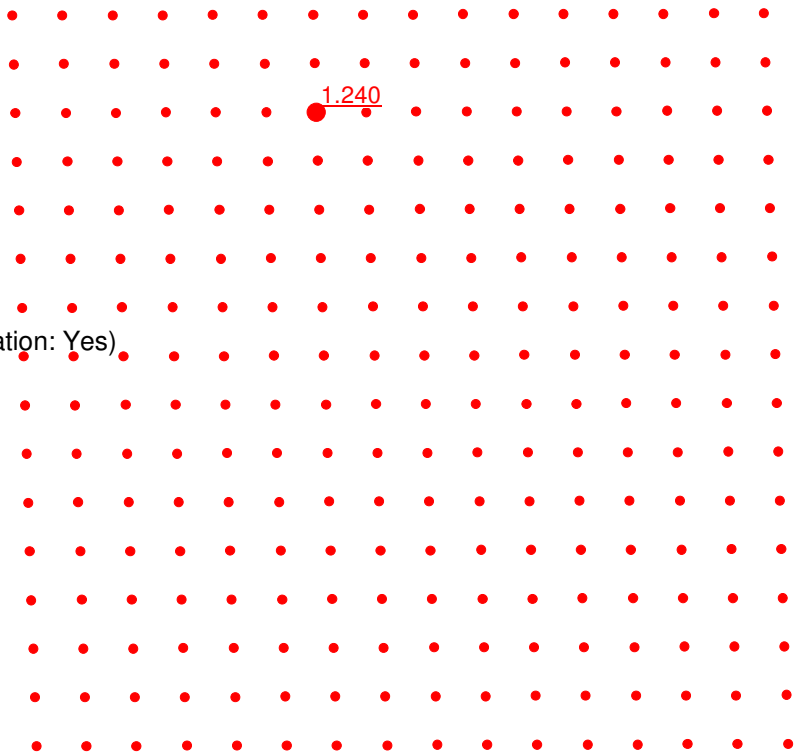
Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35

Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807



4. Angered Hjällbo

N021-S1.1 - Odränerad analys
Nutid
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line

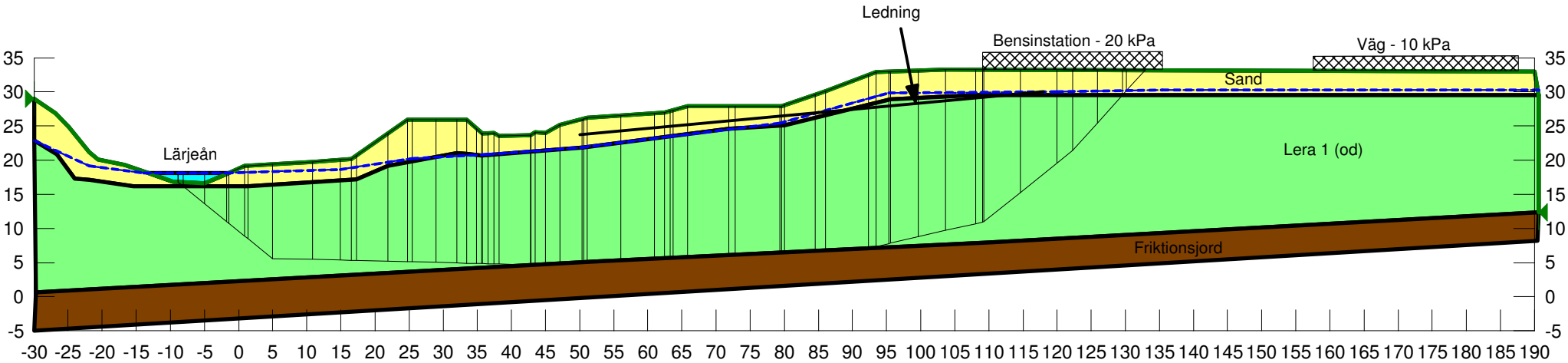


Description: Sand
Model: MohrCoulomb
Wt: 21
Cohesion: 0
Phi: 35

Description: Lera 1 (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 15
Cohesion: 40

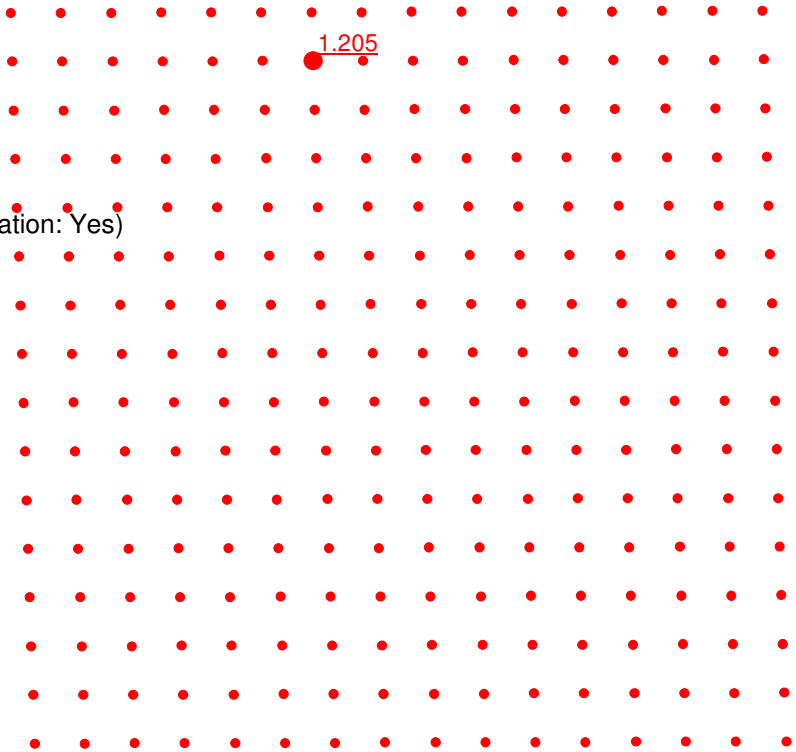
Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35

Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807



4. Angered Hjällbo

N021-S1.1 - Kombinerad analys
Framtidsscenario
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line

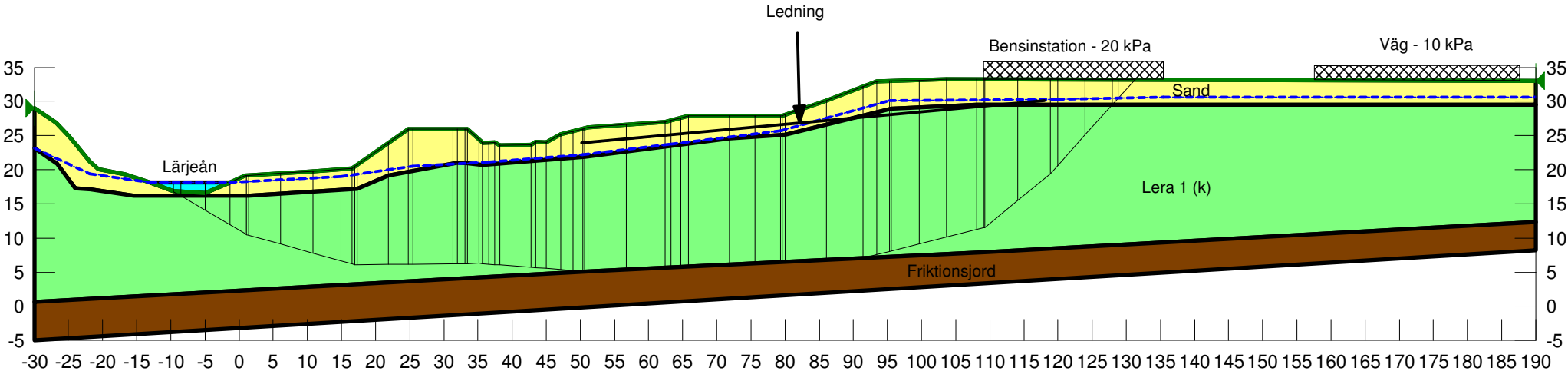


Description: Sand
Model: MohrCoulomb
Wt: 21
Cohesion: 0
Phi: 35

Description: Lera 1 (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 15
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 40
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35

Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807



4. Angered Hjällbo

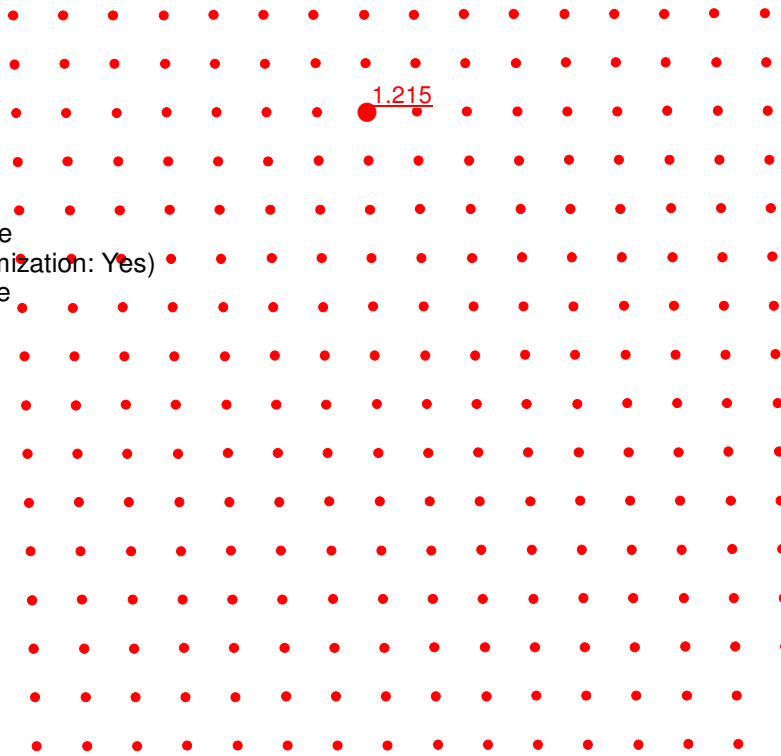
N021-S1.1 - Odränerad analys

Framtidsscenario

Analysmetod: Morgenstern-Price

Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)

GW & portryck: Piezometric Line

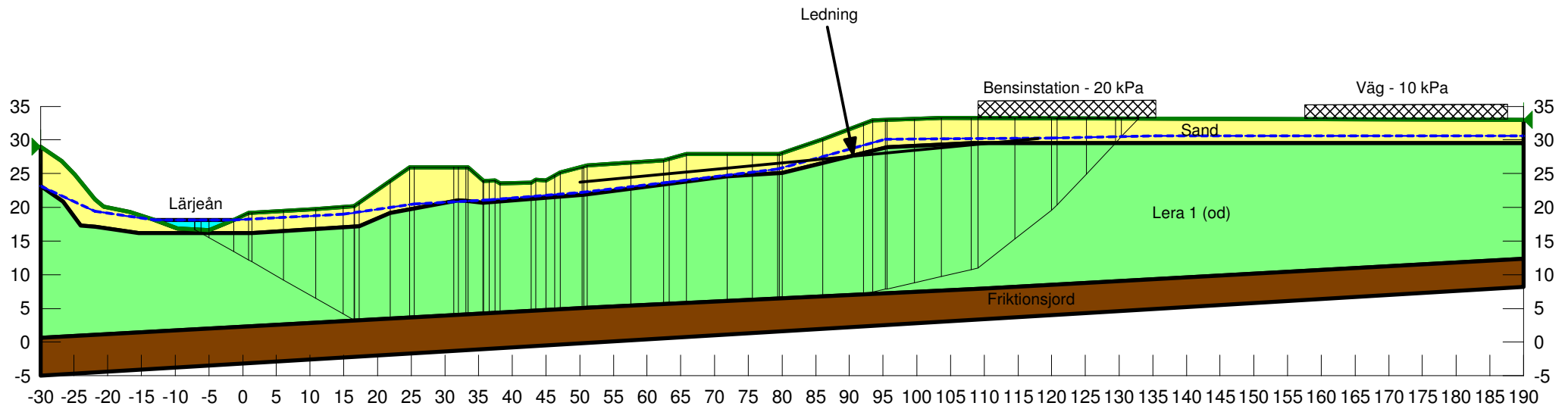


Description: Sand
Model: MohrCoulomb
Wt: 21
Cohesion: 0
Phi: 35

Description: Lera 1 (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 15
Cohesion: 40

Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35

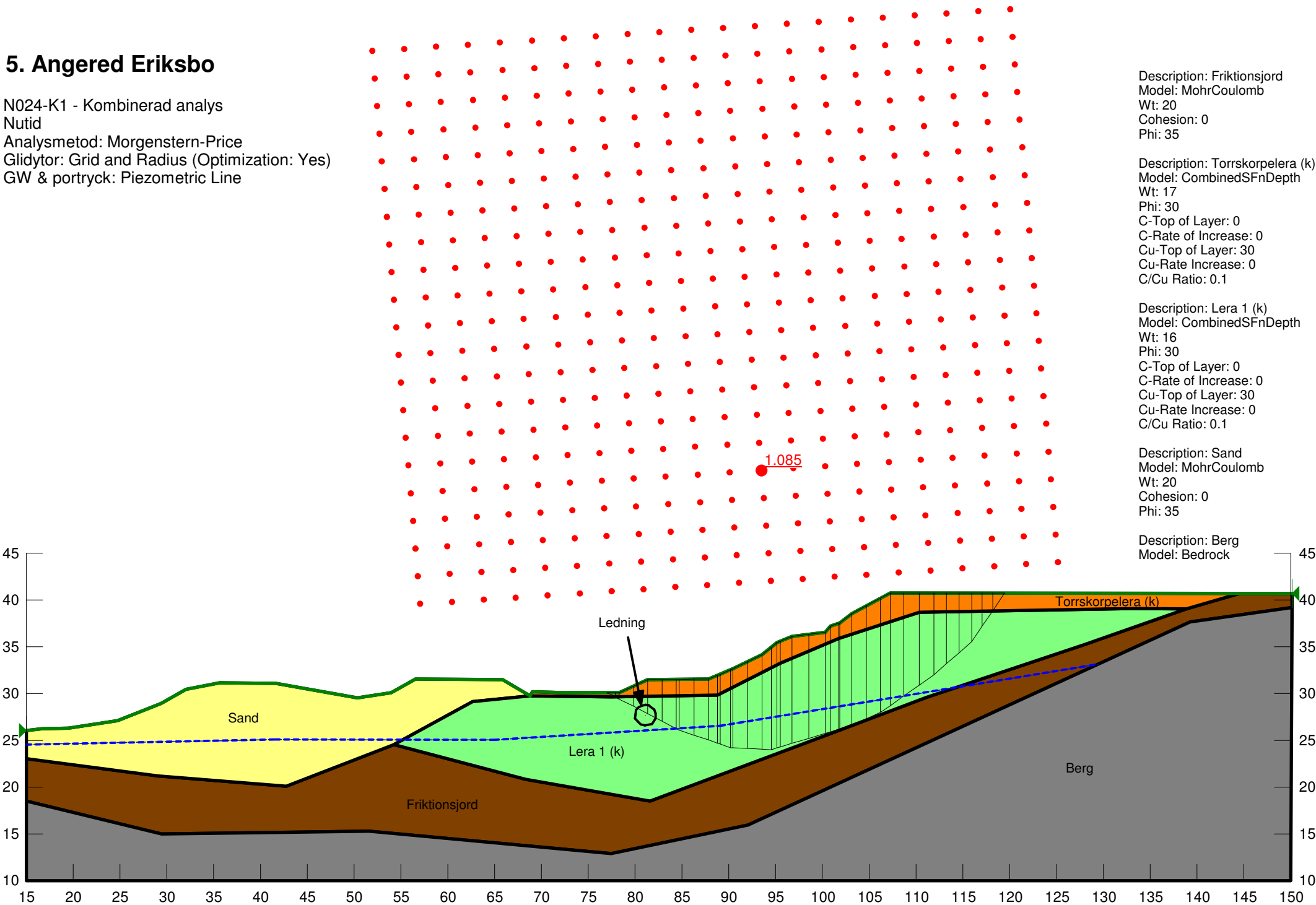
Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807



5. Angered Eriksbo

N024-K1 - Kombinerad analys
Nutid
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line

- Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35
- Description: Torrskorpelera (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 17
Phi: 30
C-Top of Layer: 0
C-Rate of Increase: 0
Cu-Top of Layer: 30
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1
- Description: Lera 1 (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 16
Phi: 30
C-Top of Layer: 0
C-Rate of Increase: 0
Cu-Top of Layer: 30
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1
- Description: Sand
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35
- Description: Berg
Model: Bedrock



5. Angered Eriksbo

N024-K1 - Odränerad analys
Nutid
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line

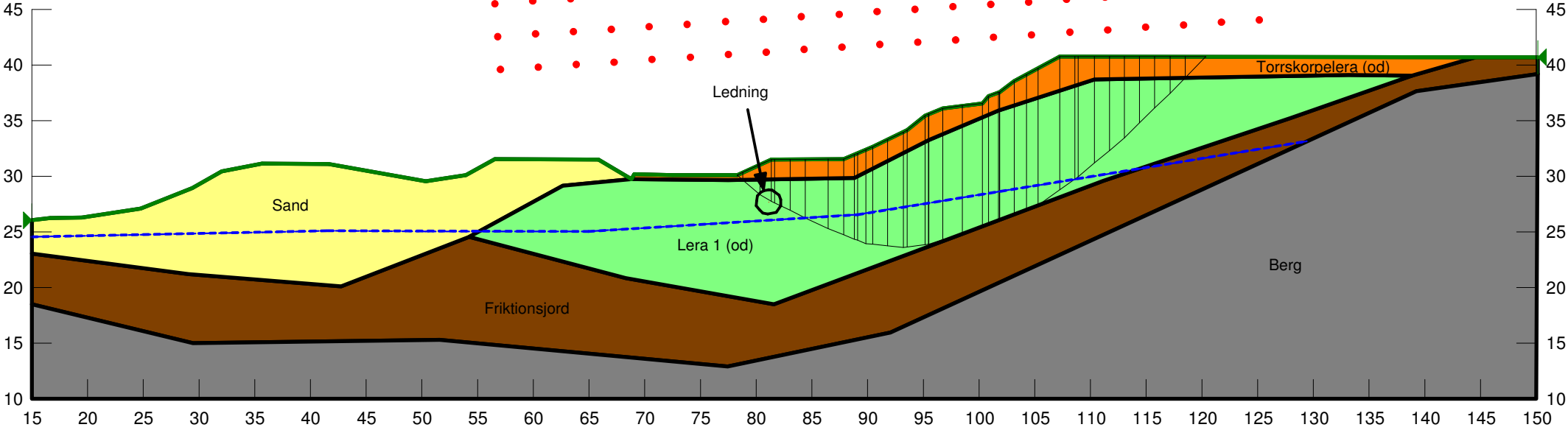
Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35

Description: Torrskorpelera (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 17
Cohesion: 30

Description: Lera 1 (od)
Model: SFnDepth
Wt: 16
C-Top of Layer: 30
C-Rate of Increase: 0
Limiting C: 0

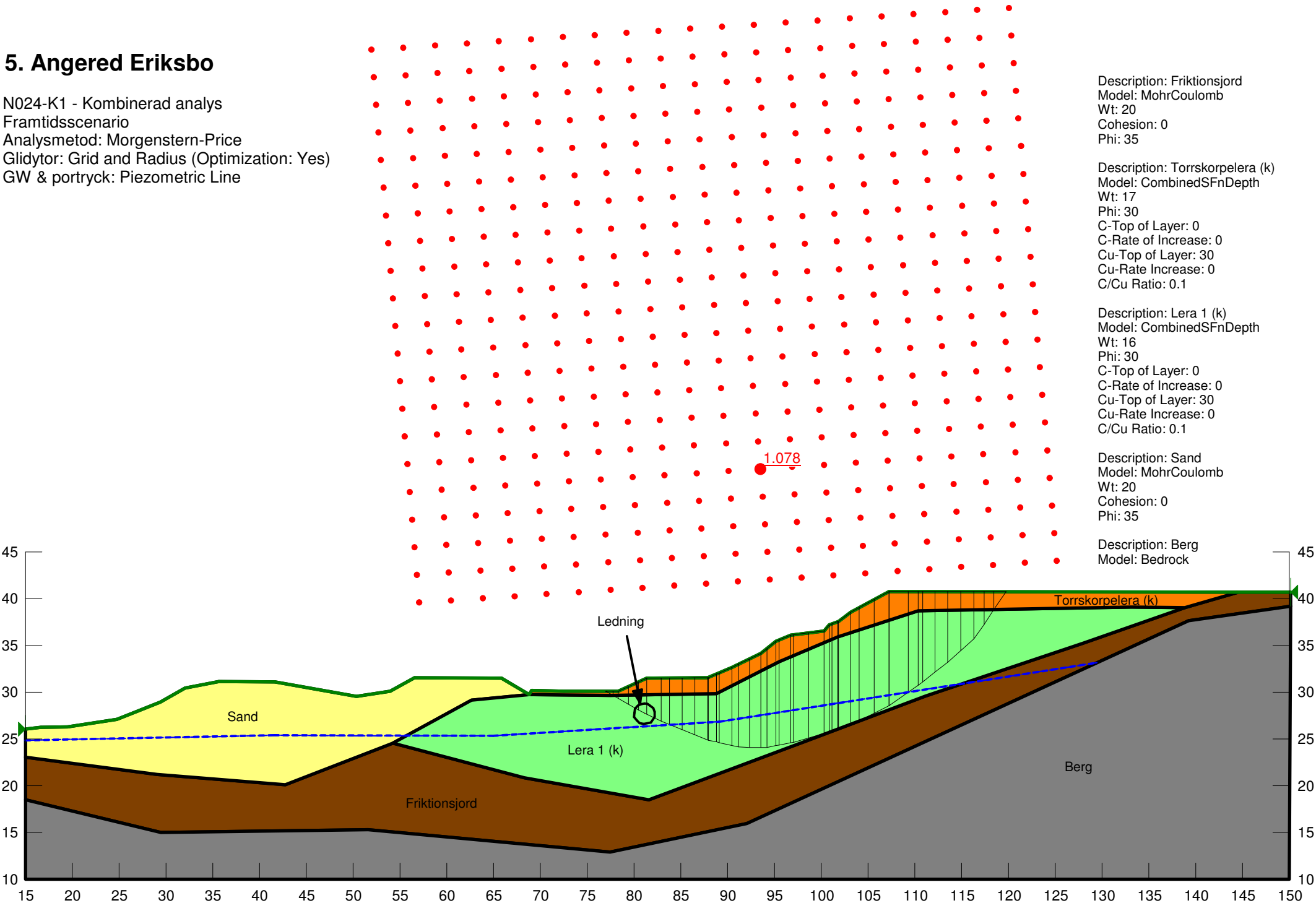
Description: Sand
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35

Description: Berg
Model: Bedrock



5. Angered Eriksbo

N024-K1 - Kombinerad analys
Framtidsscenario
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line



5. Angered Eriksbo

N024-K1 - Odränerad analys
Framtidsscenario
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line

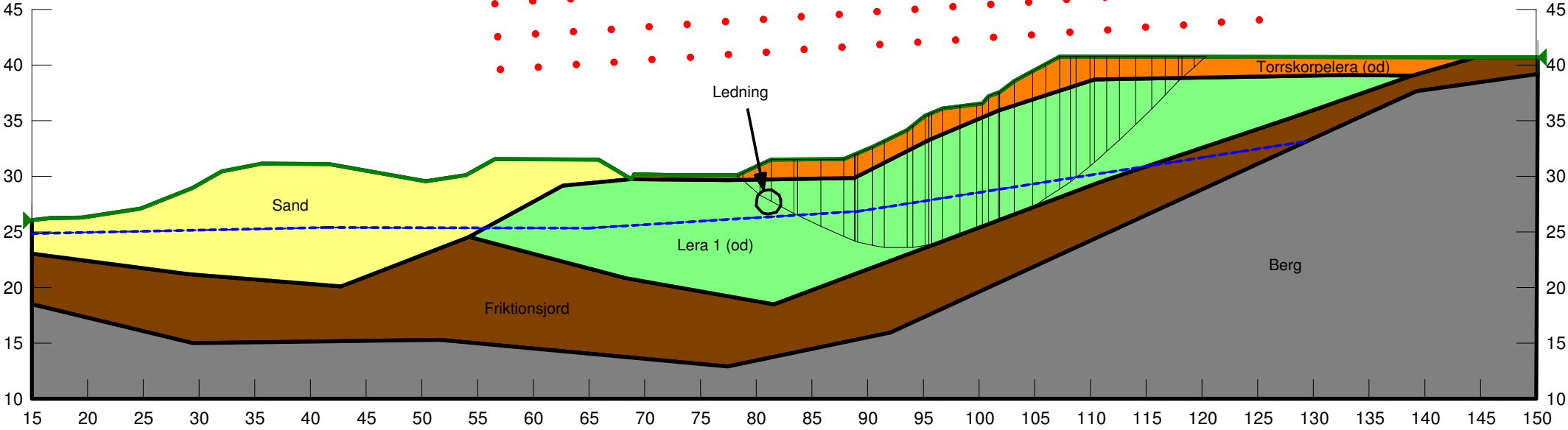
Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35

Description: Torrskorpelera (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 17
Cohesion: 30

Description: Lera 1 (od)
Model: SFnDepth
Wt: 16
C-Top of Layer: 30
C-Rate of Increase: 0
Limiting C: 0

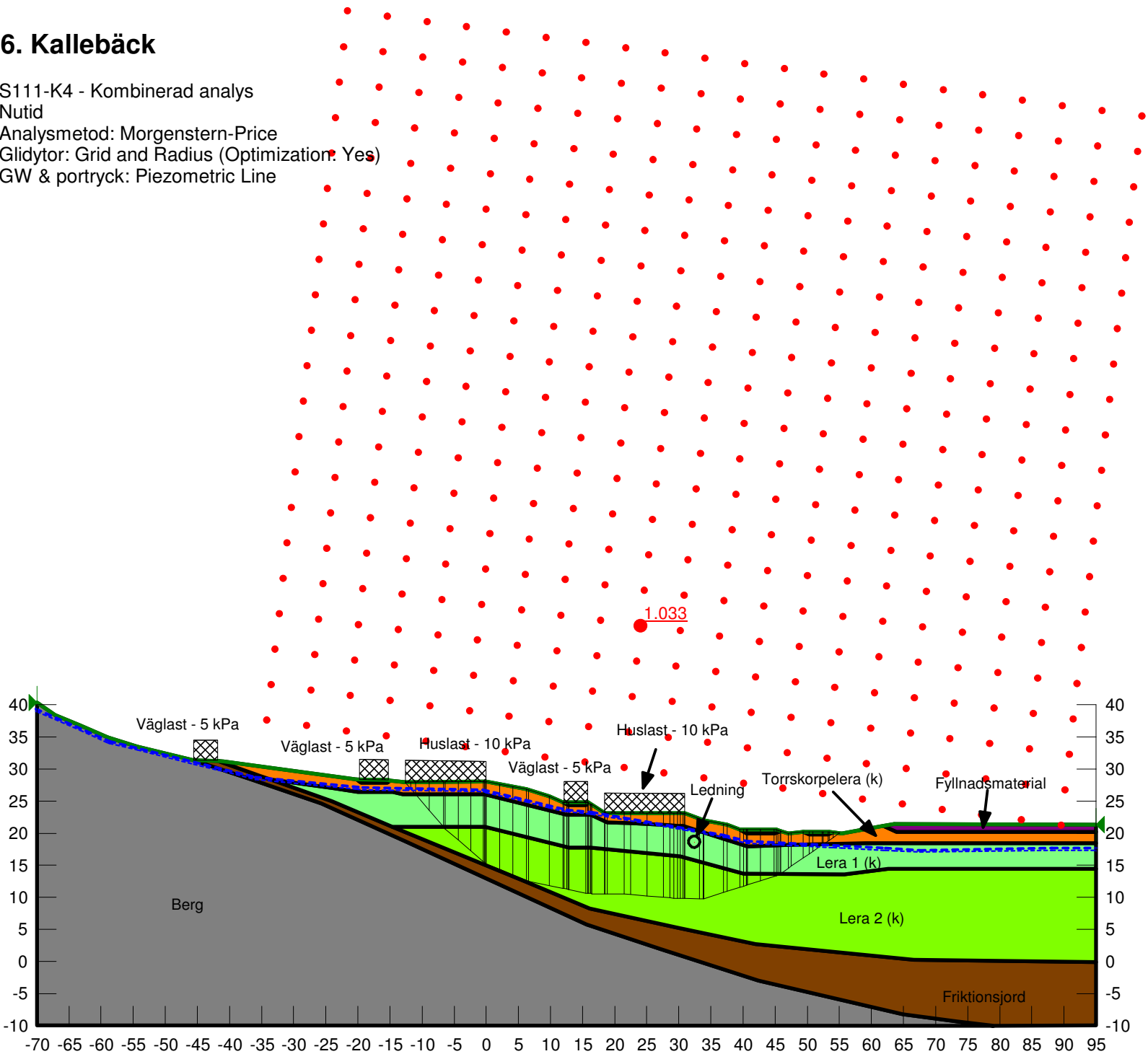
Description: Sand
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35

Description: Berg
Model: Bedrock



6. Kallebäck

S111-K4 - Kombinerad analys
Nutid
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line



Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 37
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Torrskorpelera (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 16
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 16
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Lera 1 (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 15.5
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 16
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Lera 2 (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 16
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 16
Cu-Rate Increase: 1
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Fyllnadsmaterial
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 37
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Berg
Model: Bedrock

6. Kallebäck

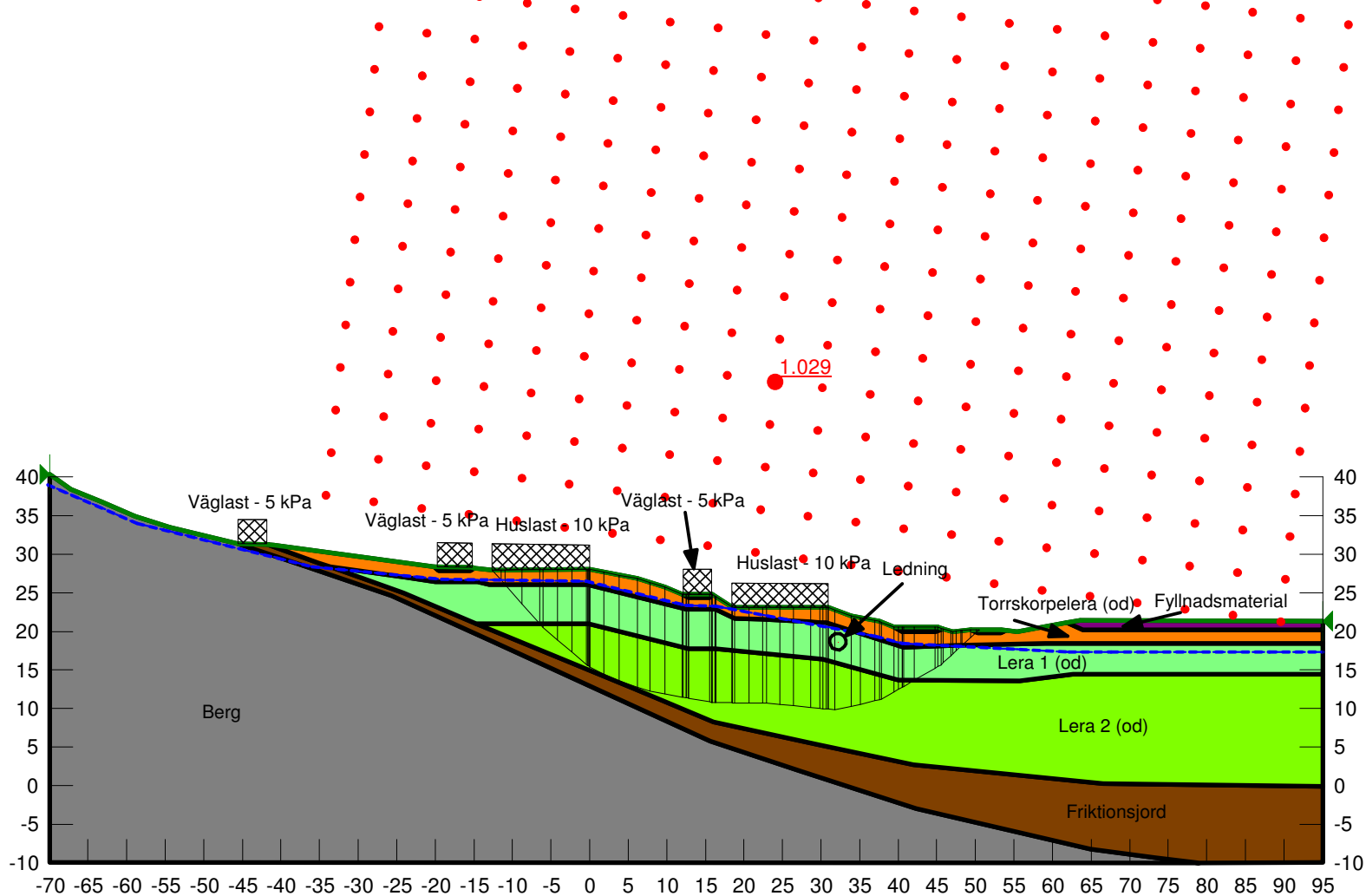
S111-K4 - Odränerad analys

Nutid

Analysmetod: Morgenstern-Price

Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)

GW & portryck: Piezometric Line



Description: Friktionsjord

Model: MohrCoulomb

Wt: 20

Cohesion: 0

Phi: 37

Unit Wt. Above WT: 18

Description: Torrskorpelera (od)

Model: UndrainedPhiZero

Wt: 16

Cohesion: 16

Description: Lera 1 (od)

Model: SFnDepth

Wt: 15.5

C-Top of Layer: 16

C-Rate of Increase: 0

Limiting C: 0

Description: Lera 2 (od)

Model: SFnDepth

Wt: 16

C-Top of Layer: 16

C-Rate of Increase: 1

Limiting C: 0

Description: Fyllnadsmaterial

Model: MohrCoulomb

Wt: 20

Cohesion: 0

Phi: 37

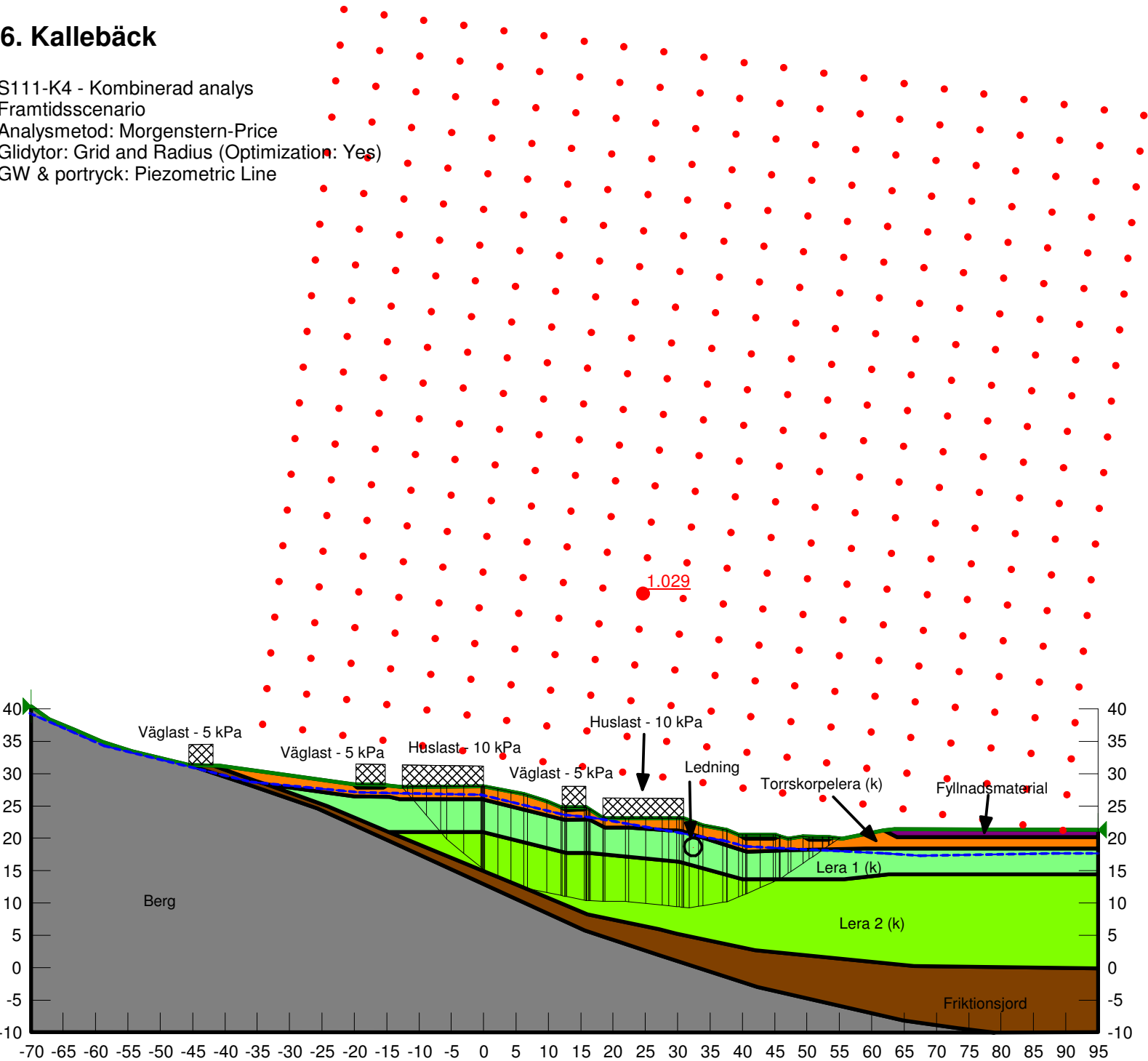
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Berg

Model: Bedrock

6. Kallebäck

S111-K4 - Kombinerad analys
Framtidsscenario
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line



Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 37
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Torrskorpelera (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 16
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 16
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Lera 1 (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 15.5
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 16
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

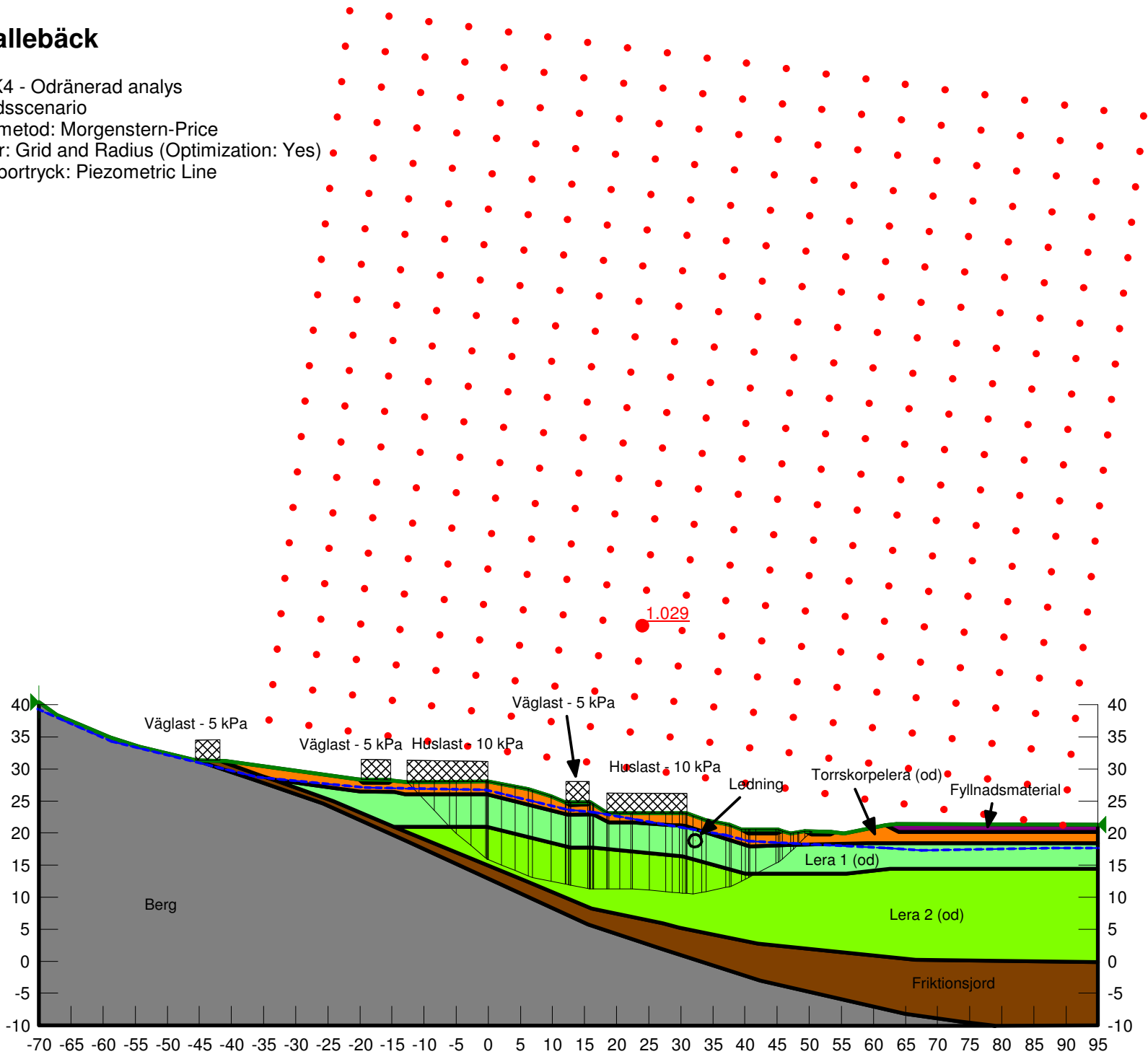
Description: Lera 2 (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 16
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 16
Cu-Rate Increase: 1
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Fyllnadsmaterial
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 37
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Berg
Model: Bedrock

6. Kallebäck

S111-K4 - Odränerad analys
Framtidsscenario
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line



Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 37
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Torrskorpelera (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 16
Cohesion: 16

Description: Lera 1 (od)
Model: SFnDepth
Wt: 15.5
C-Top of Layer: 16
C-Rate of Increase: 0
Limiting C: 0

Description: Lera 2 (od)
Model: SFnDepth
Wt: 16
C-Top of Layer: 16
C-Rate of Increase: 1
Limiting C: 0

Description: Fyllnadsmaterial
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 37
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Berg
Model: Bedrock

7. Utby Sävån

N003-K15 - Kombinerad analys

Nutid

Analysmetod: Morgenstern-Price

Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)

GW & portryck: Piezometric Line

Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

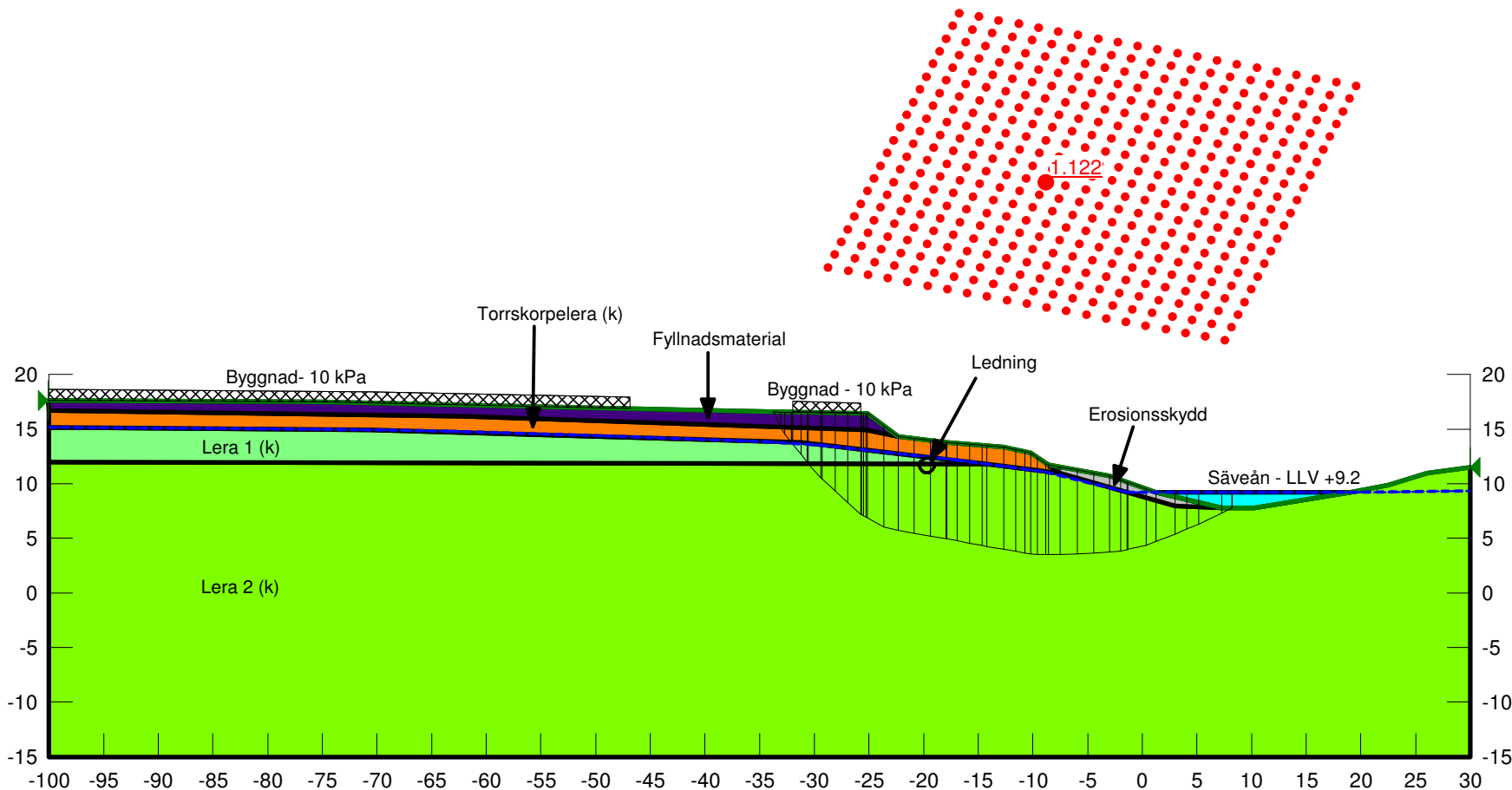
Description: Torrskorpelera (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 17
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 13
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Lera 1 (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 15
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 13
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Lera 2 (k)
Model: CombinedSFnDatum
Wt: 16
Phi: 30
Cu-Datum: 13
Cu-Rate Increase: 1.5
C/Cu Ratio: 0.1
Elevation: 12

Description: Fyllning
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Sprängsten
Model: MohrCoulomb
Wt: 22
Cohesion: 0
Phi: 40
Unit Wt. Above WT: 20



7. Utby Säveån

N003-K15 - Odränerad analys
Nutid
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line

- Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

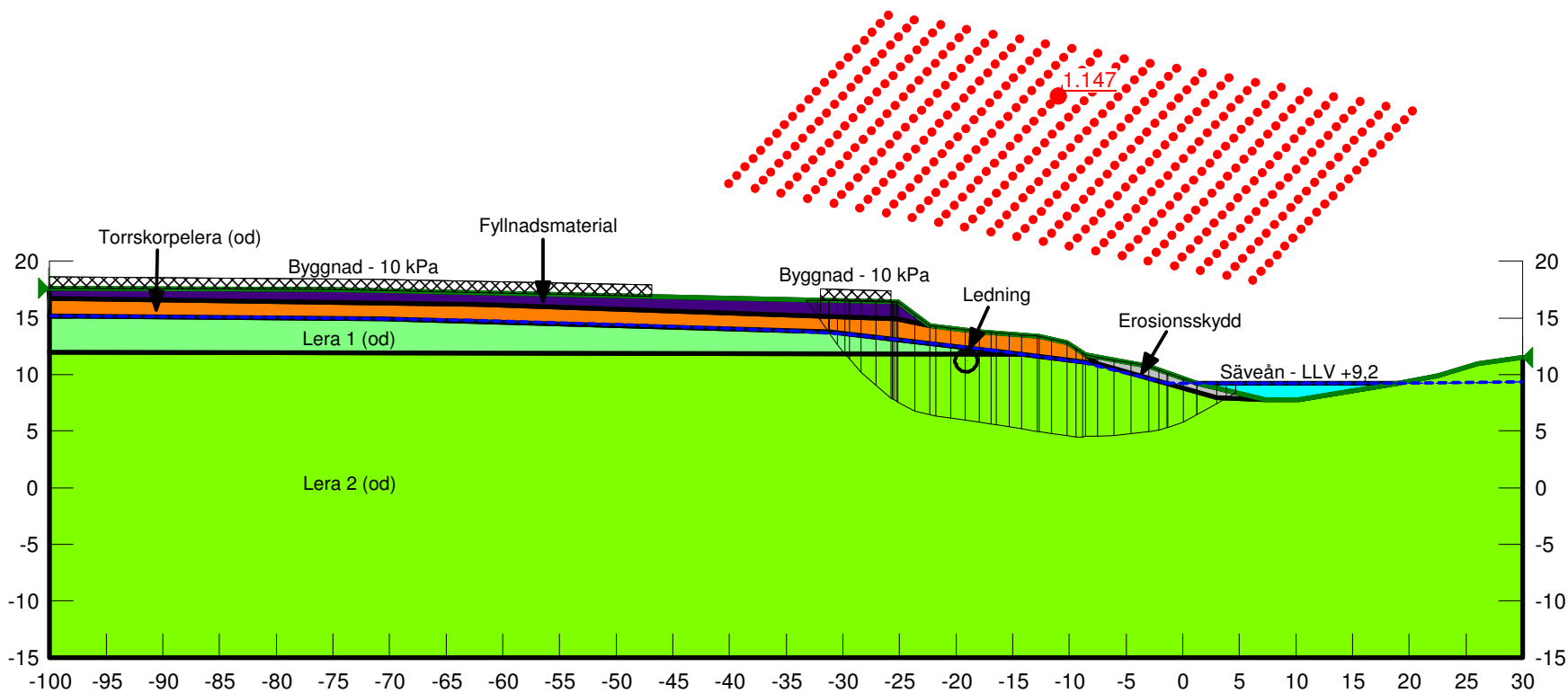
Description: Torrskorpelera (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 17
Cohesion: 13

Description: Lera 1 (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 15
Cohesion: 13

Description: Lera 2 (od)
Model: SFnDatum
Wt: 16
C-Datum: 13
C-Rate of Increase: 1.5
Limiting C: 0
Elevation: 12

Description: Fyllning
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Sprängsten
Model: MohrCoulomb
Wt: 22
Cohesion: 0
Phi: 40
Unit Wt. Above WT: 20



7. Utby Sävån

N003-K15 - Kombinerad analys

Framtidsscenario

Analysmetod: Morgenstern-Price

Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)

GW & portryck: Piezometric Line

Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

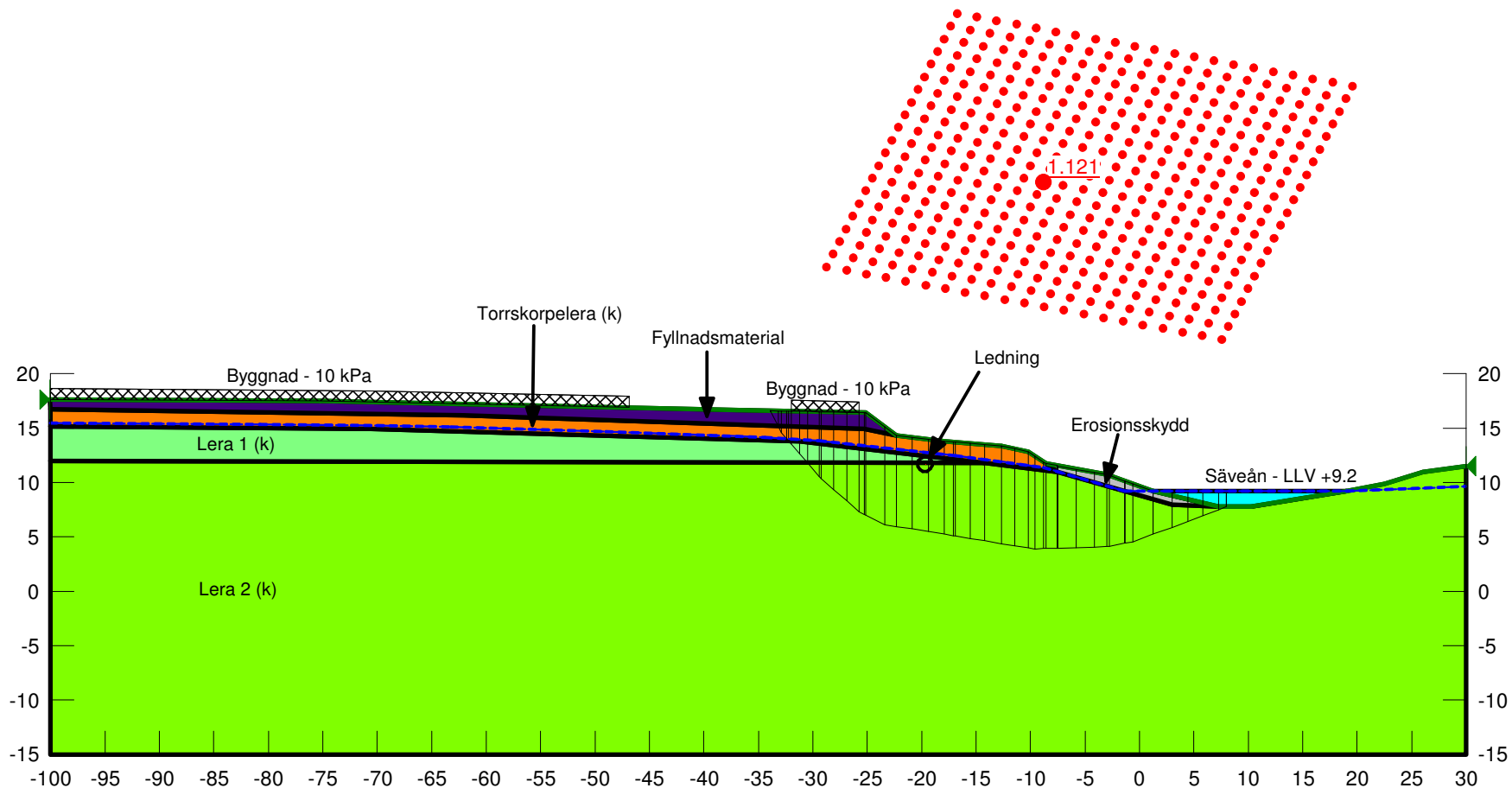
Description: Torrskorpelera (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 17
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 13
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Lera 1 (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 15
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 13
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Lera 2 (k)
Model: CombinedSFnDatum
Wt: 16
Phi: 30
Cu-Datum: 13
Cu-Rate Increase: 1.5
C/Cu Ratio: 0.1
Elevation: 12

Description: Fyllning
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Sprängsten
Model: MohrCoulomb
Wt: 22
Cohesion: 0
Phi: 40
Unit Wt. Above WT: 20



7. Utby Säveån

N003-K15- Odränerad analys
Framtidsscenario
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line

- Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

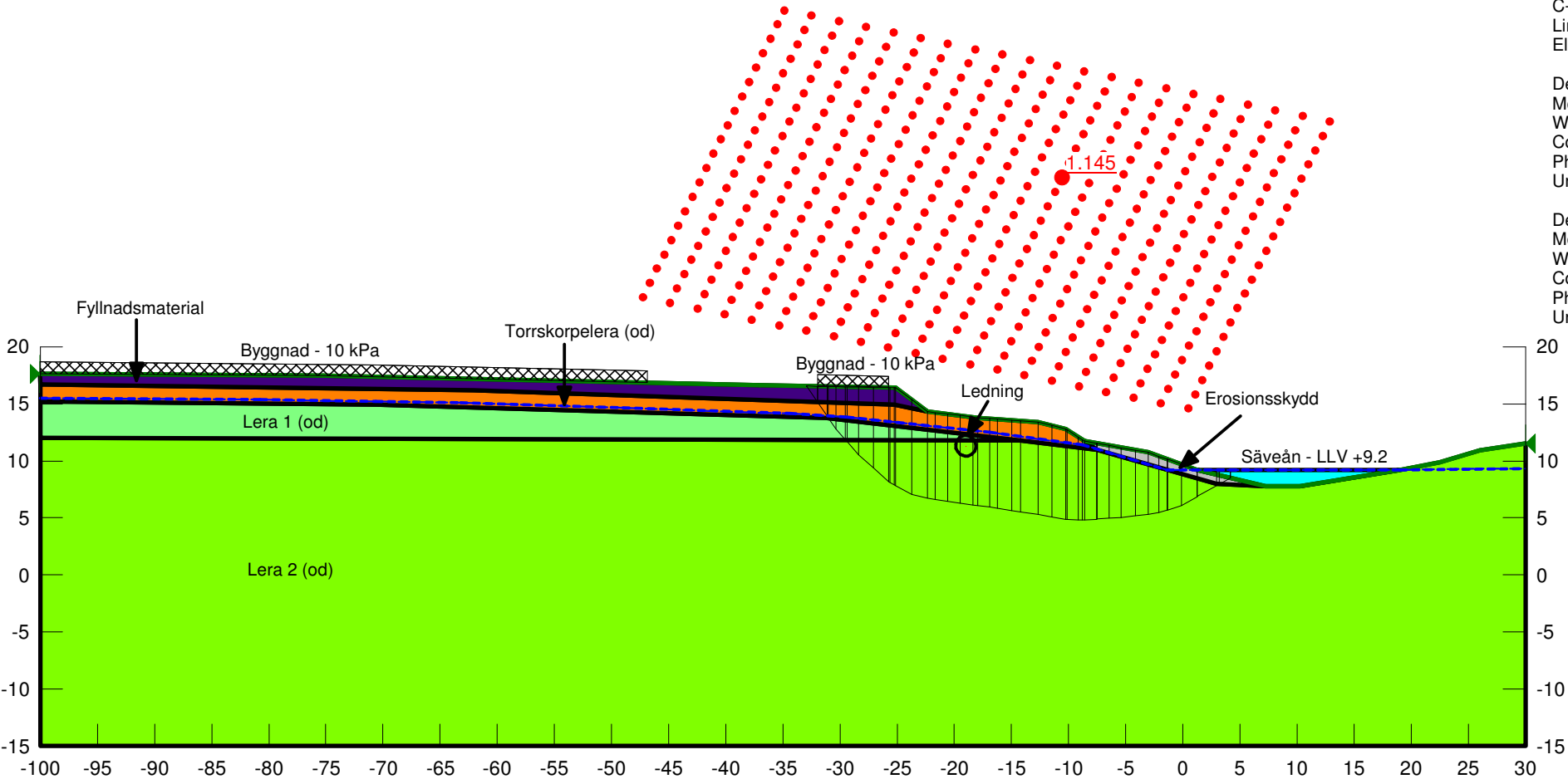
Description: Torrskorpelera (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 17
Cohesion: 13

Description: Lera 1 (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 15
Cohesion: 13

Description: Lera 2 (od)
Model: SFnDatum
Wt: 16
C-Datum: 13
C-Rate of Increase: 1.5
Limiting C: 0
Elevation: 12

Description: Fyllning
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Sprängsten
Model: MohrCoulomb
Wt: 22
Cohesion: 0
Phi: 40
Unit Wt. Above WT: 20



7. Utby Säveån

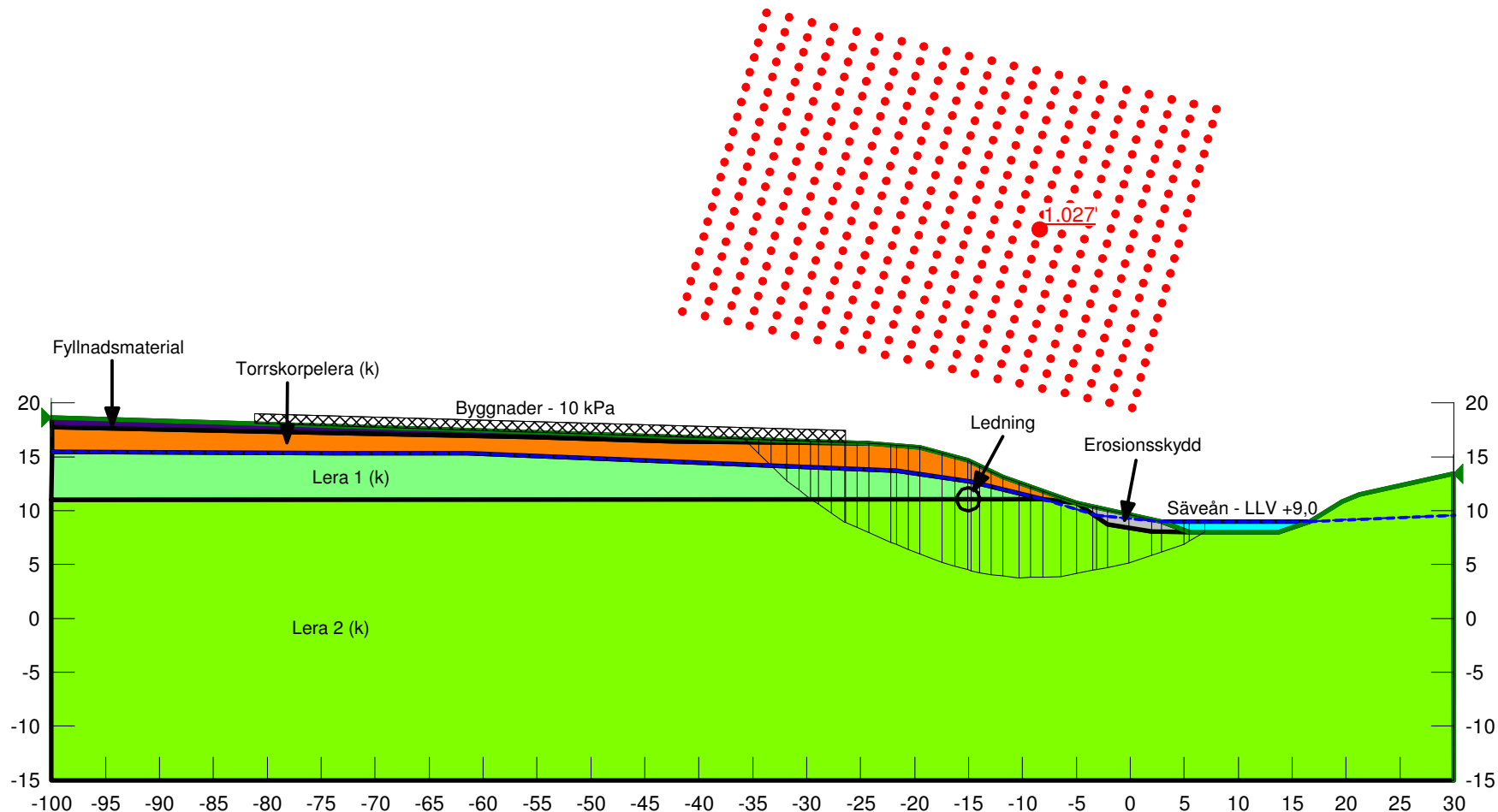
N003-K16 - Kombinerad analys

Nutid

Analysmetod: Morgenstern-Price

Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)

GW & portryck: Piezometric Line



Description: Torrsorpelera (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 17
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 14
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Lera 1 (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 15
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 14
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Lera 2 (k)
Model: CombinedSFnDatum
Wt: 16
Phi: 30
Cu-Datum: 14
Cu-Rate Increase: 1.5
C/Cu Ratio: 0.1
Elevation: 11

Description: Fyllning
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Sprängsten
Model: MohrCoulomb
Wt: 22
Cohesion: 0
Phi: 40
Unit Wt. Above WT: 20

Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

7. Utby Säveån

N003-K16- Odränerad analys
Nutid
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line

Description: Torrskorpelera (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 17
Cohesion: 14

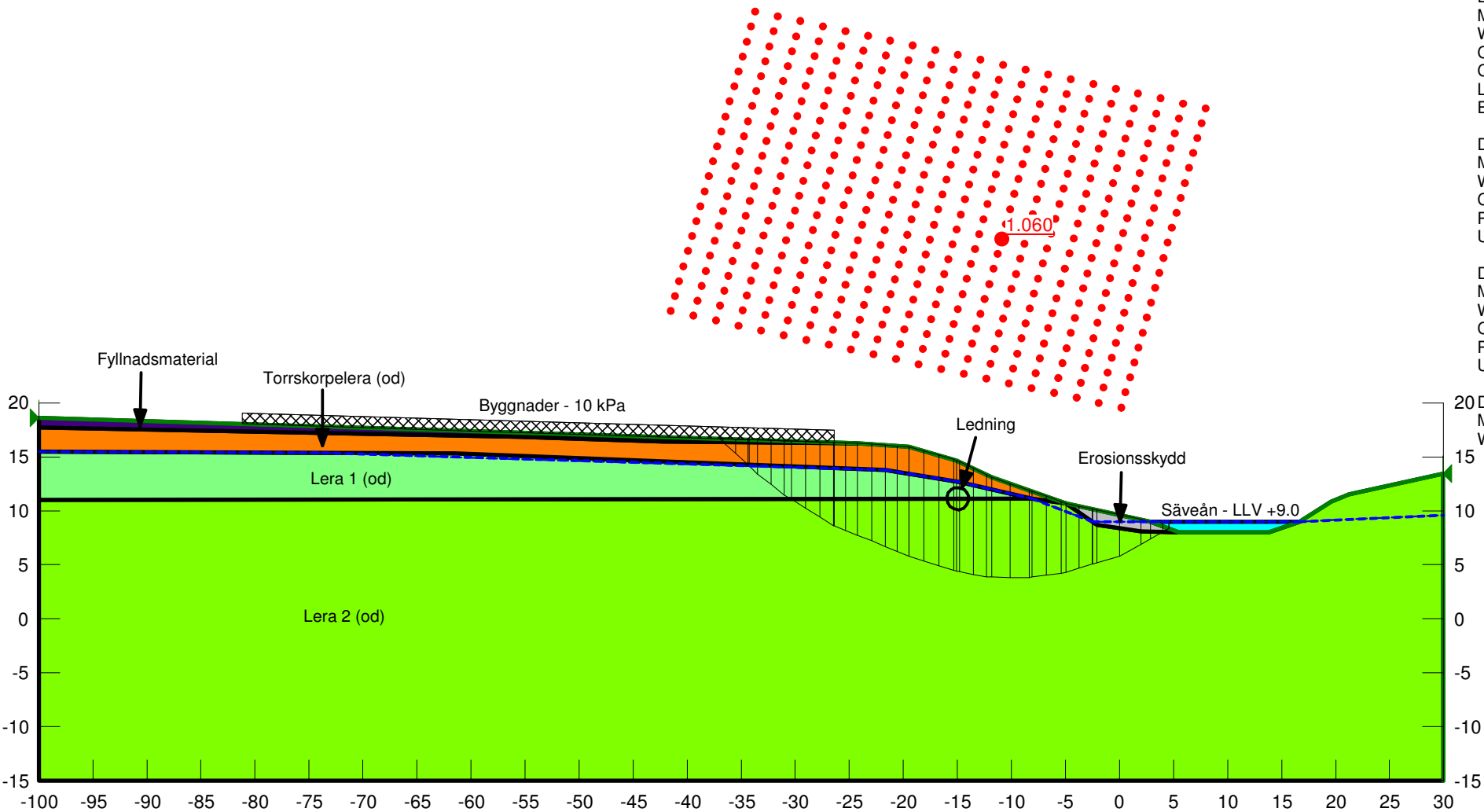
Description: Lera 1 (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 15
Cohesion: 14

Description: Lera 2 (od)
Model: SFnDatum
Wt: 16
C-Datum: 14
C-Rate of Increase: 1.5
Limiting C: 0
Elevation: 11

Description: Fyllning
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Sprängsten
Model: MohrCoulomb
Wt: 22
Cohesion: 0
Phi: 40
Unit Wt. Above WT: 20

Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807



7. Utby Säveån

N003-K16 - Kombinerad analys
Framtidsscenario
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line

Description: Torrskorpelera (k)
Model: CombinedSFnDatum
Wt: 17
Phi: 30
C-Datum: 0
Cu-Datum: 14
Cu-Rate Increase: 1.5
C/Cu Ratio: 0.1
Elevation: 0

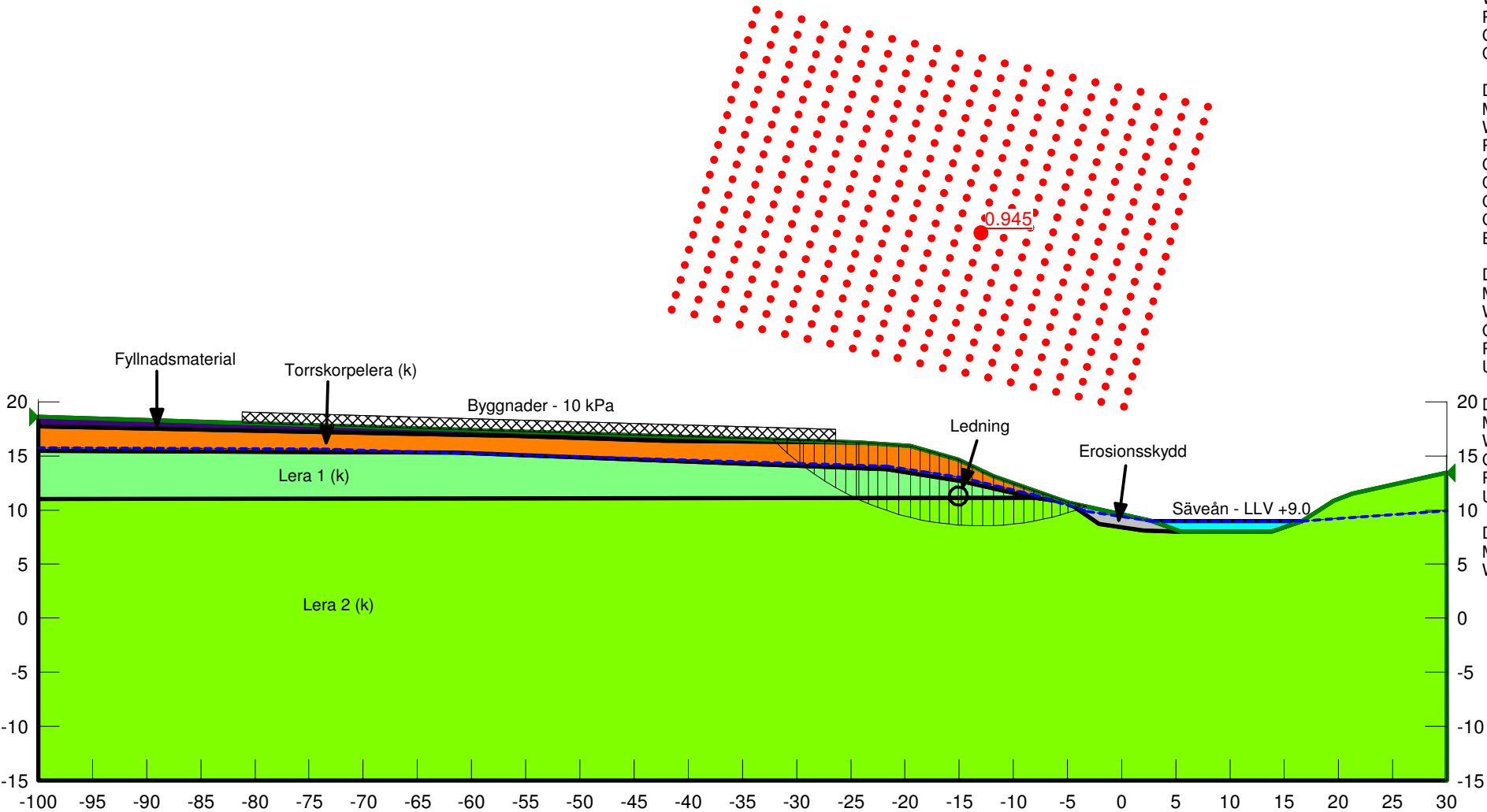
Description: Lera 1 (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 15
Phi: 30
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Lera 2 (k)
Model: CombinedSFnDatum
Wt: 16
Phi: 30
C-Datum: 0
Cu-Datum: 14
Cu-Rate Increase: 1.5
C/Cu Ratio: 0.1
Elevation: 11

Description: Fyllning
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Sprängsten
Model: MohrCoulomb
Wt: 22
Cohesion: 0
Phi: 40
Unit Wt. Above WT: 20

Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807



7. Utby Säveån

N003-K16- Odränerad analys
Framtidsscenario
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line

Description: Torrskorpelera (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 17
Cohesion: 14

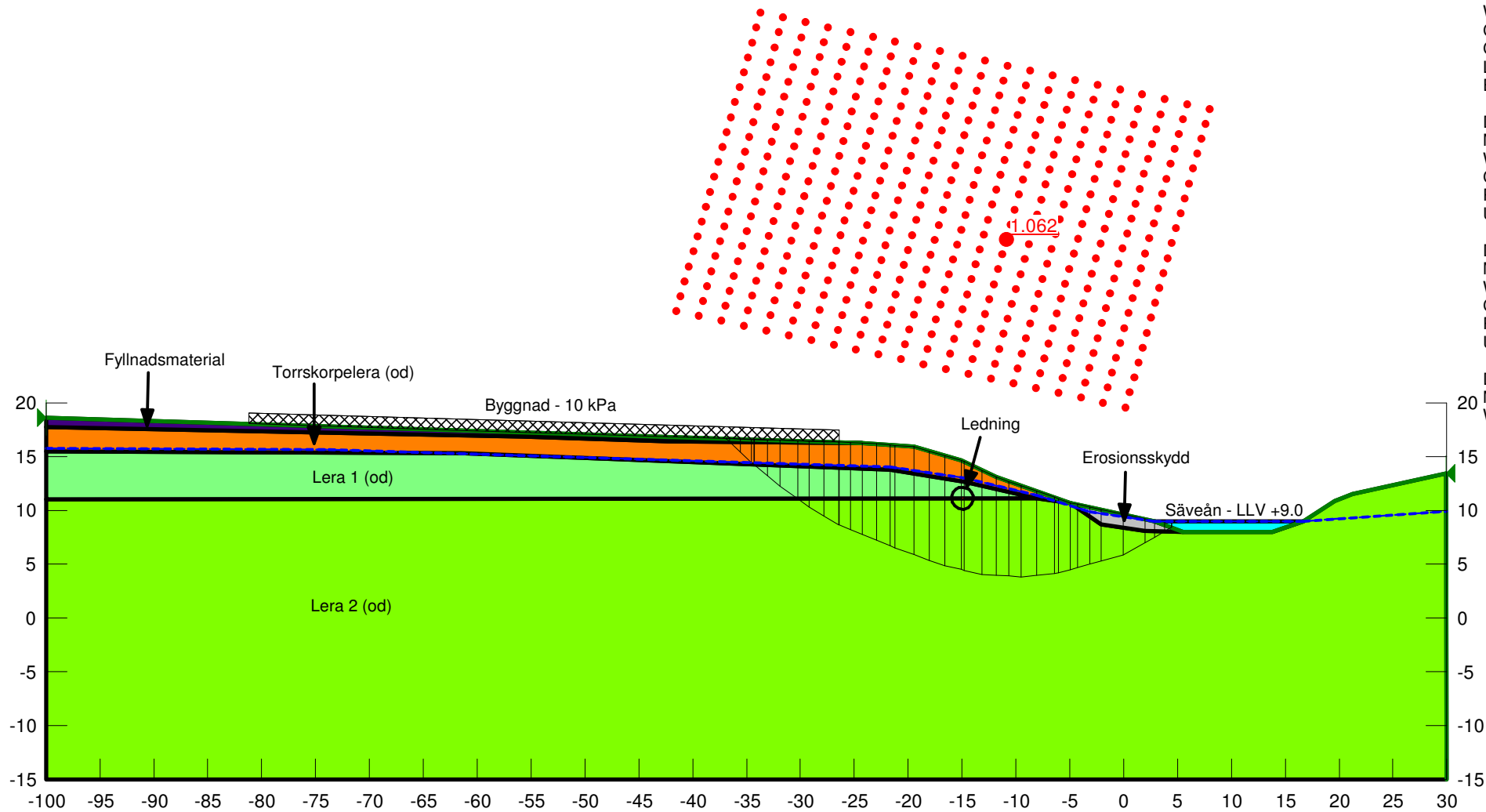
Description: Lera 1 (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 15
Cohesion: 14

Description: Lera 2 (od)
Model: SFnDatum
Wt: 16
C-Datum: 14
C-Rate of Increase: 1.5
Limiting C: 0
Elevation: 11

Description: Fyllning
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Sprängsten
Model: MohrCoulomb
Wt: 22
Cohesion: 0
Phi: 40
Unit Wt. Above WT: 20

Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807



8. Uggleadal

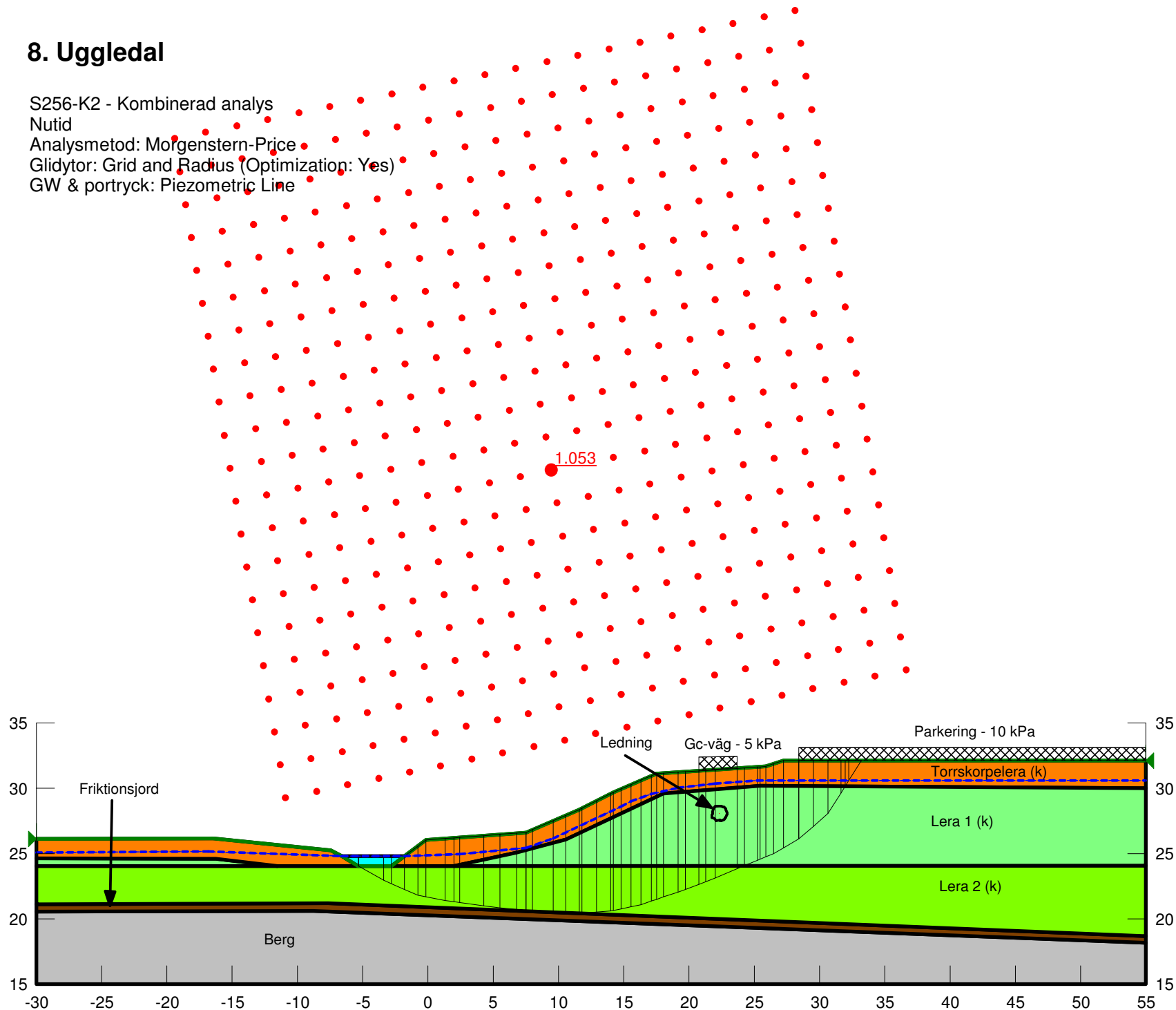
S256-K2 - Kombinerad analys

Nutid

Analysmetod: Morgenstern-Price

Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)

GW & portryck: Piezometric Line



Description: Torrskorpelera (k)

Model: CombinedSFnDepth

Wt: 17.5

Phi: 30

Cu-Top of Layer: 19

Cu-Rate Increase: 0

C/Cu Ratio: 0.1

Description: Lera 1 (k)

Model: CombinedSFnDepth

Wt: 16.5

Phi: 30

Cu-Top of Layer: 19

Cu-Rate Increase: 0

C/Cu Ratio: 0.1

Description: Lera 2 (k)

Model: CombinedSFnDatum

Wt: 16.5

Phi: 30

Cu-Datum: 19

Cu-Rate Increase: 1.1

C/Cu Ratio: 0.1

Elevation: 24

Description: Friktionsjord

Model: MohrCoulomb

Wt: 16.5

Cohesion: 0

Phi: 30

Description: Berg

Model: Bedrock

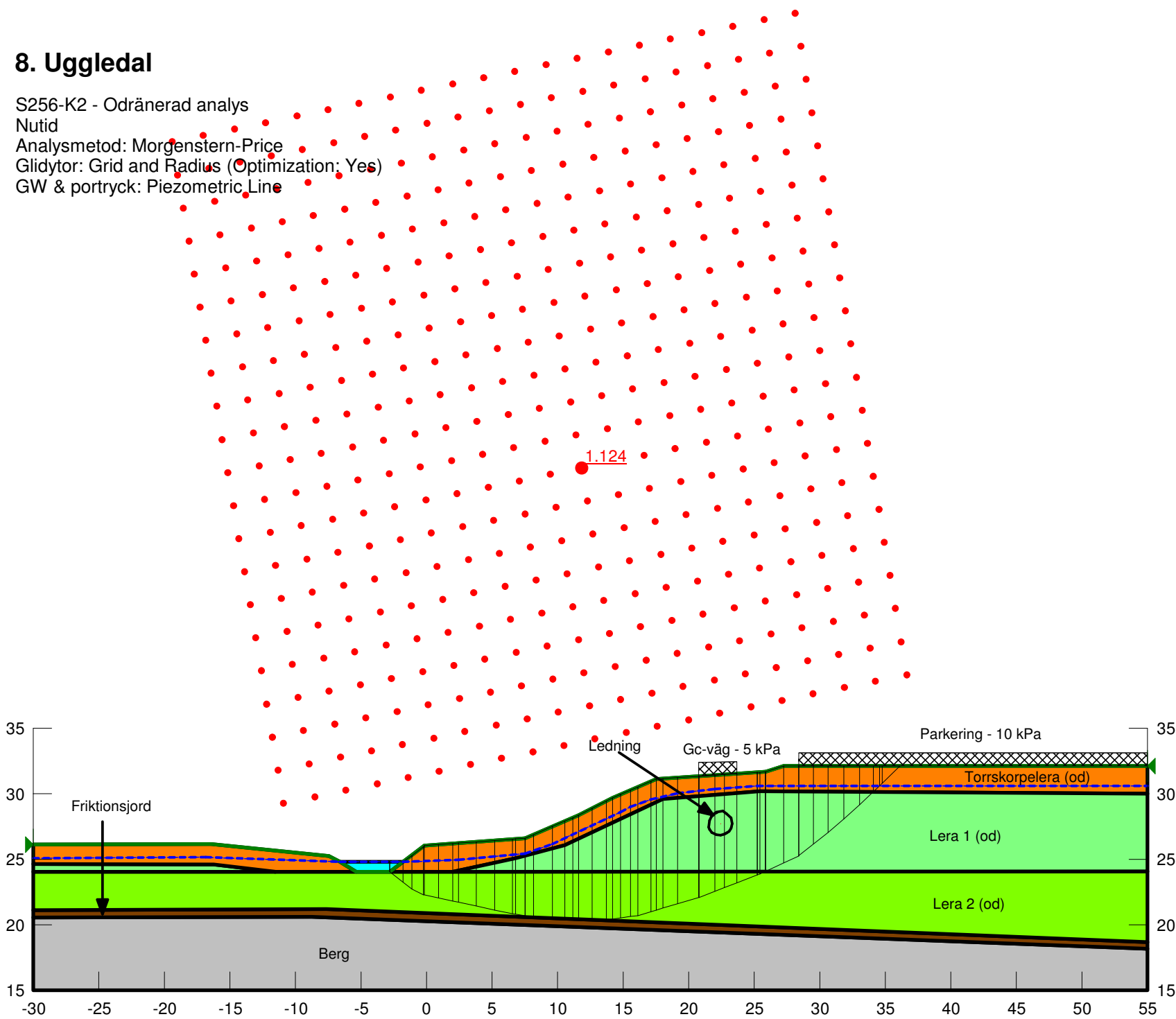
Description: Water

Model: NoStrength

Wt: 9.807

8. Uggledal

S256-K2 - Odränerad analys
Nutid
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line



Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35

Description: Lera 1 (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 16.5
Cohesion: 19

Description: Lera 2 (od)
Model: SFnDatum
Wt: 16.5
C-Datum: 19
C-Rate of Increase: 1.1
Limiting C: 0
Elevation: 24

Description: Berg
Model: Bedrock

Description: Torrskorpelera (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 17.5
Cohesion: 19

Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

8. Uggledal

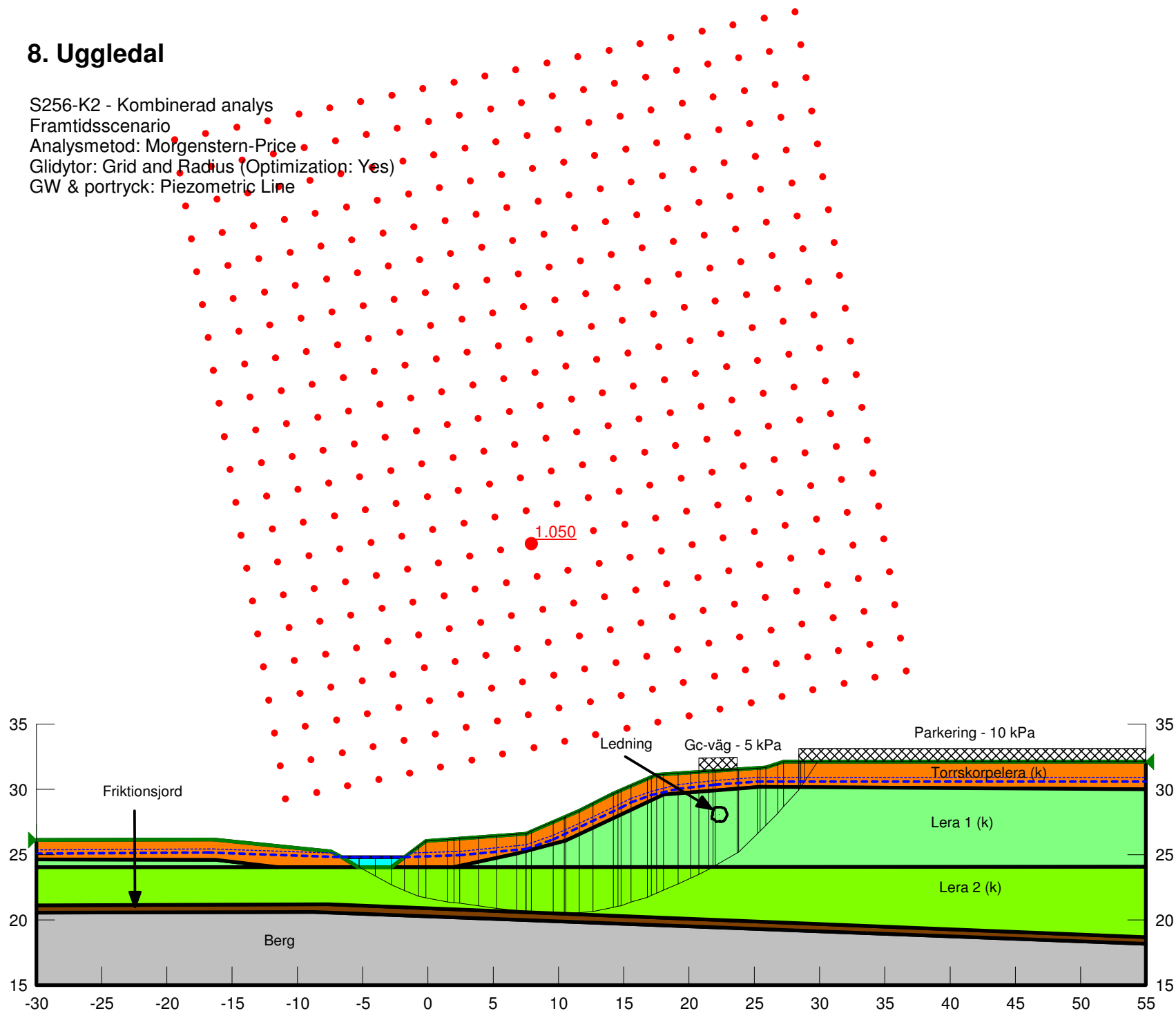
S256-K2 - Kombinerad analys

Framtidsscenario

Analysmetod: Morgenstern-Price

Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)

GW & portryck: Piezometric Line



Description: Torrskorpelera (k)

Model: CombinedSFnDepth

Wt: 17.5

Phi: 30

Cu-Top of Layer: 19

Cu-Rate Increase: 0

C/Cu Ratio: 0.1

Description: Lera 1 (k)

Model: CombinedSFnDepth

Wt: 16.5

Phi: 30

Cu-Top of Layer: 19

Cu-Rate Increase: 0

C/Cu Ratio: 0.1

Description: Lera 2 (k)

Model: CombinedSFnDatum

Wt: 16.5

Phi: 30

Cu-Datum: 19

Cu-Rate Increase: 1.1

C/Cu Ratio: 0.1

Elevation: 24

Description: Friktionsjord

Model: MohrCoulomb

Wt: 16.5

Cohesion: 0

Phi: 30

Description: Berg

Model: Bedrock

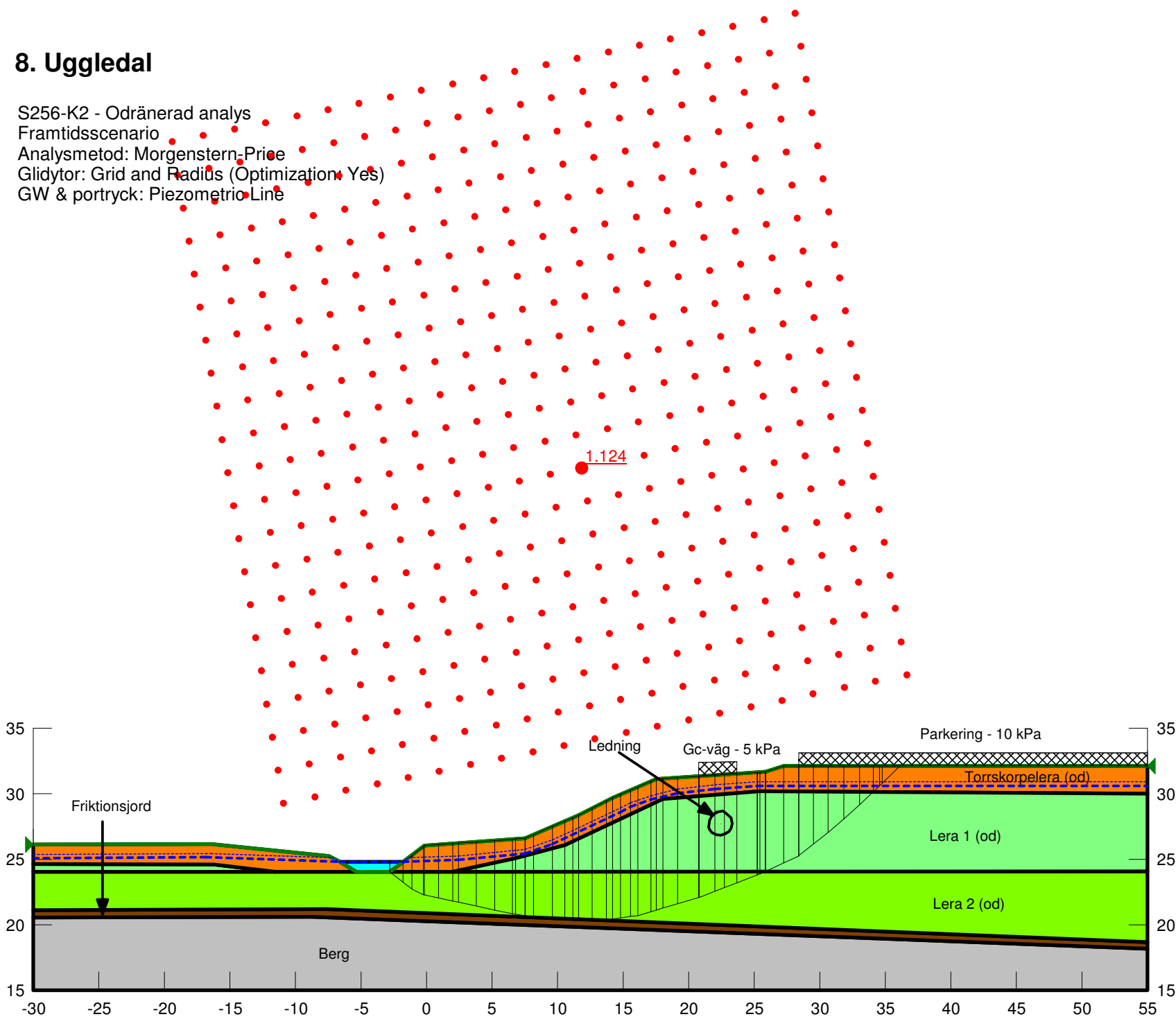
Description: Water

Model: NoStrength

Wt: 9.807

8. Uggledal

S256-K2 - Odränerad analys
Framtidsscenario
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line



Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35

Description: Lera 1 (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 16.5
Cohesion: 19

Description: Lera 2 (od)
Model: SFnDatum
Wt: 16.5
C-Datum: 19
C-Rate of Increase: 1.1
Limiting C: 0
Elevation: 24

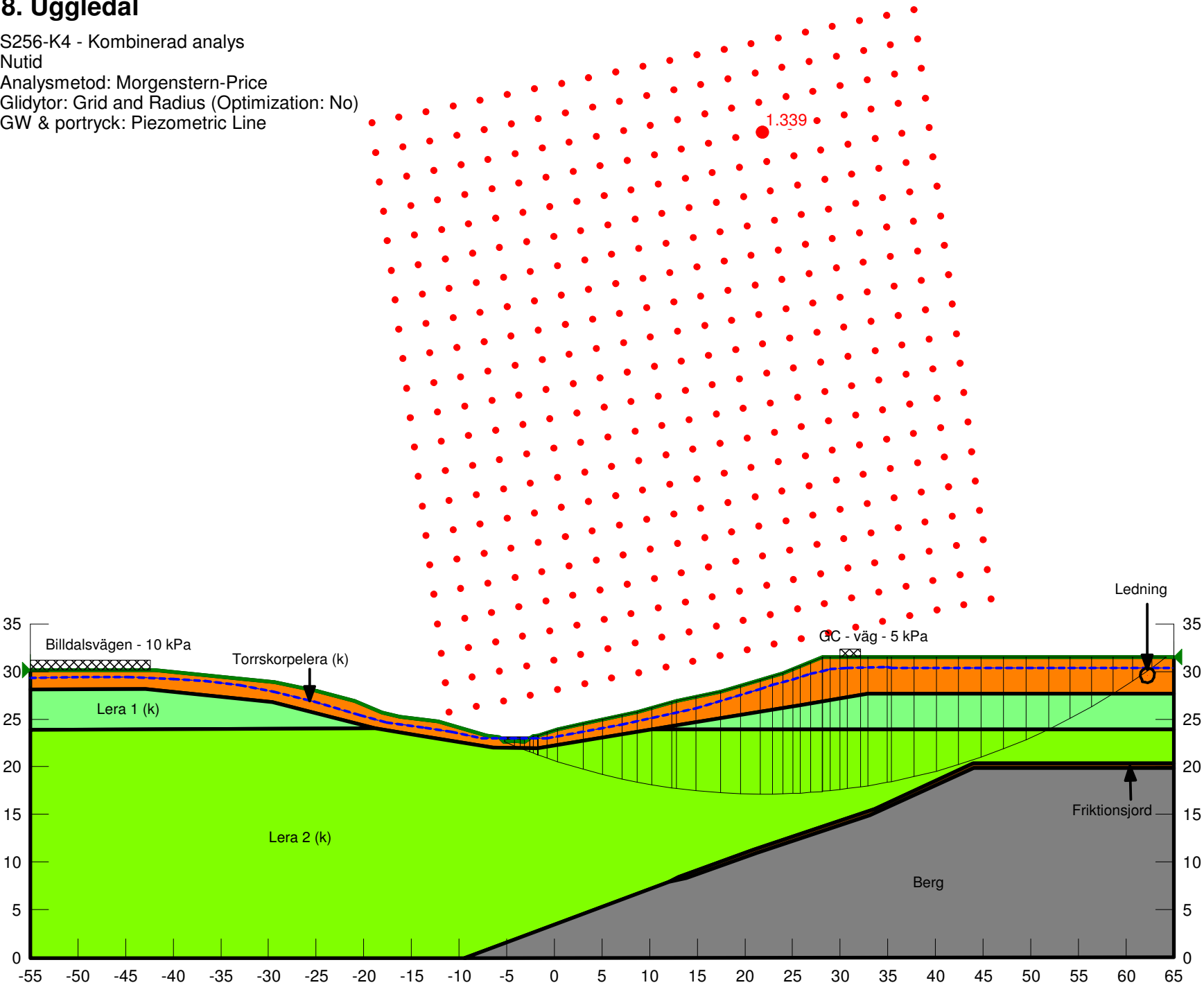
Description: Berg
Model: Bedrock

Description: Torrskorpelera (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 17.5
Cohesion: 19

Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

8. Uggledal

S256-K4 - Kombinerad analys
Nutid
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line



Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Lera1 (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 16.5
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 19
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1
Unit Wt. Above WT: 16.5

Description: Lera 2 (k)
Model: CombinedSFnDatum
Wt: 16.5
Phi: 30
Cu-Datum: 19
Cu-Rate Increase: 1.1
C/Cu Ratio: 0.1
Elevation: 24

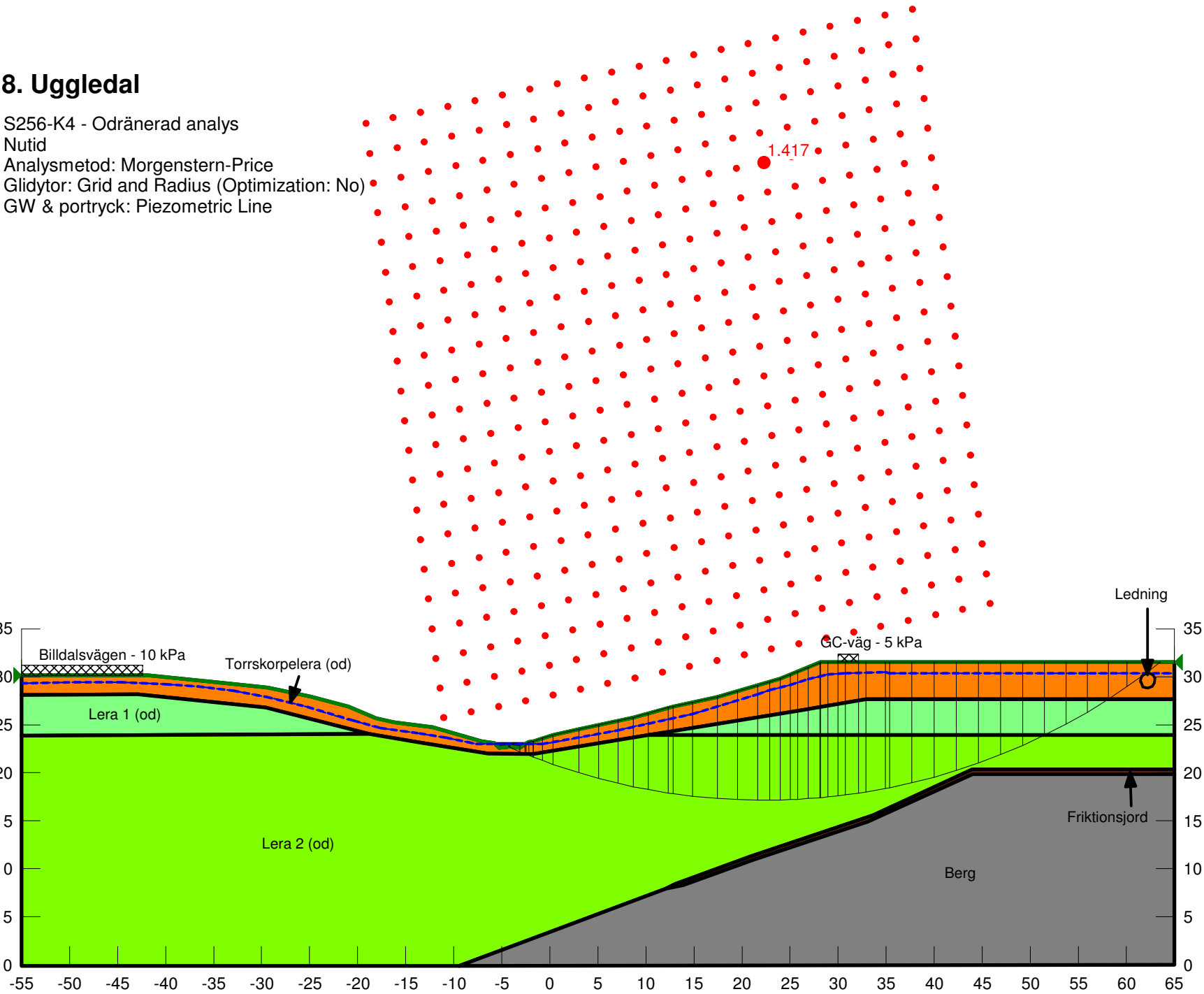
Description: Torrskorpelera (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 17.5
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 19
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Berg
Model: Bedrock

Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

8. Uggledal

S256-K4 - Odränerad analys
Nutid
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line



Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Lera1 (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 16.5
Cohesion: 19

Description: Lera 2 (od)
Model: SFnDatum
Wt: 16.5
C-Datum: 19
C-Rate of Increase: 1.1
Limiting C: 0
Elevation: 24

Description: Torrskorpelera (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 17.5
Cohesion: 19

Description: Berg
Model: Bedrock

Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

8. Uggledal

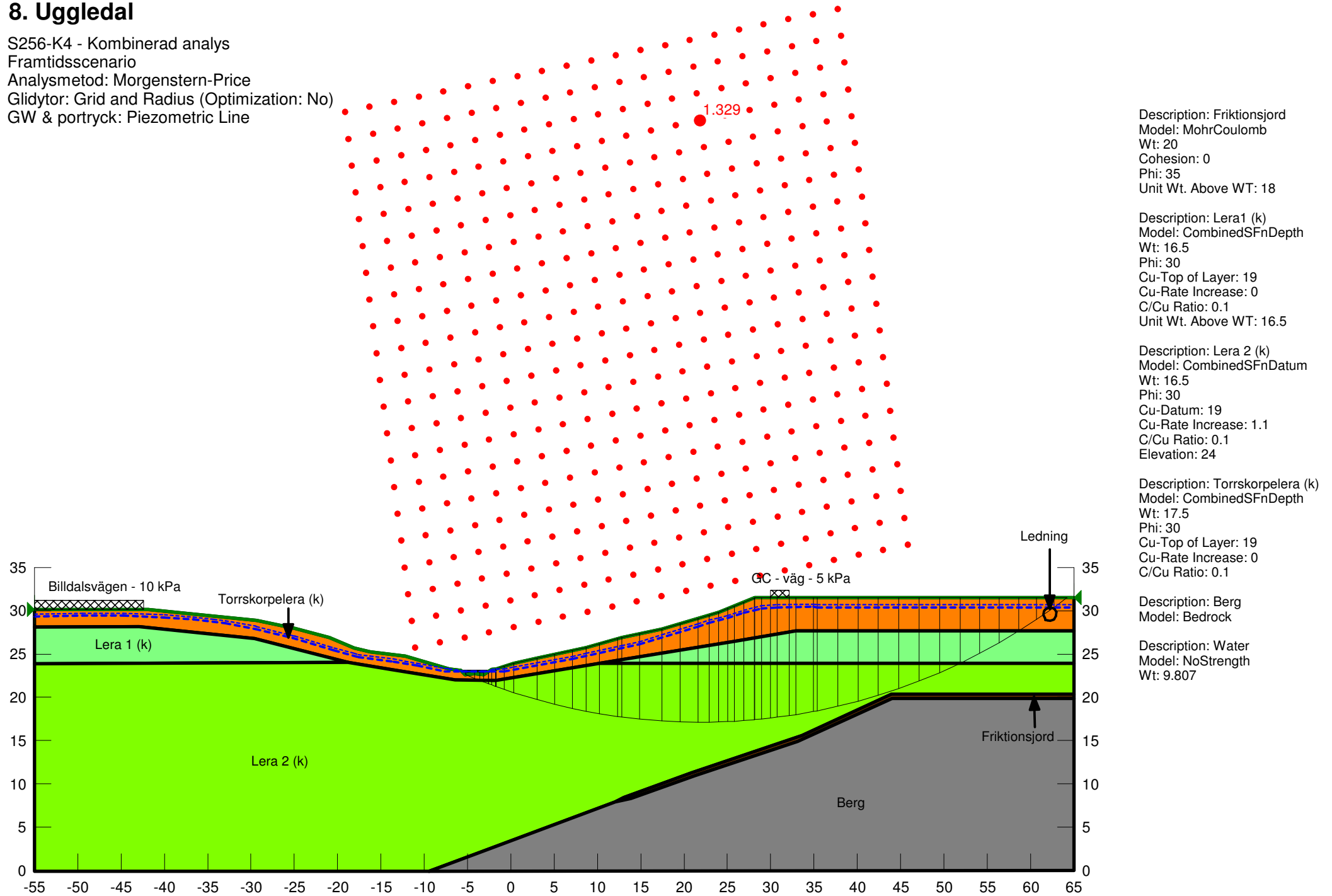
S256-K4 - Kombinerad analys

Framtidsscenario

Analysmetod: Morgenstern-Price

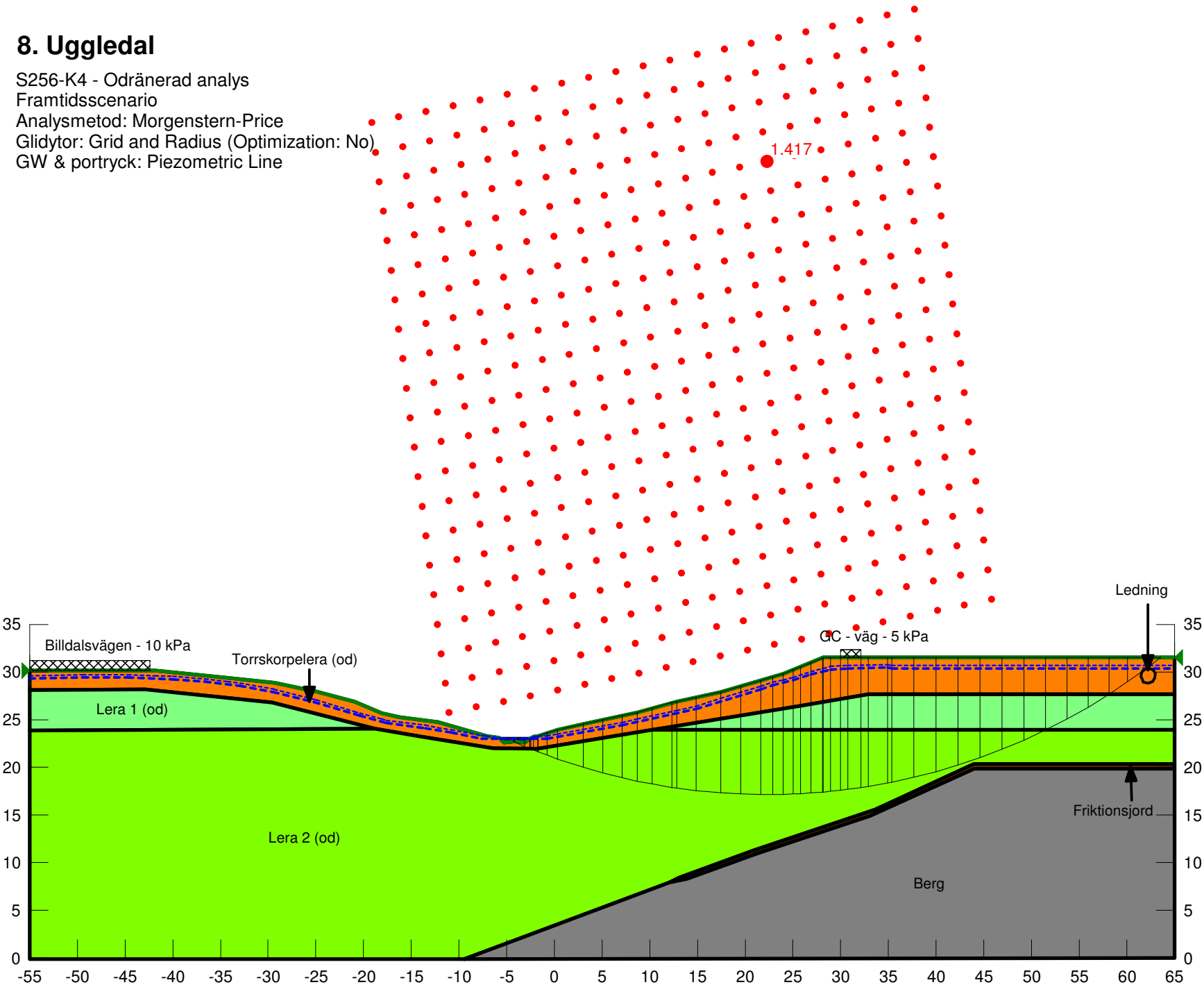
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: No)

GW & portryck: Piezometric Line



8. Uggledal

S256-K4 - Odränerad analys
Framtidsscenario
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line



Description: Friktingsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Lera1 (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 16.5
Cohesion: 19

Description: Lera 2 (od)
Model: SFnDatum
Wt: 16.5
C-Datum: 19
C-Rate of Increase: 1.1
Limiting C: 0
Elevation: 24

Description: Torrskorpelera (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 17.5
Cohesion: 19

Description: Berg
Model: Bedrock

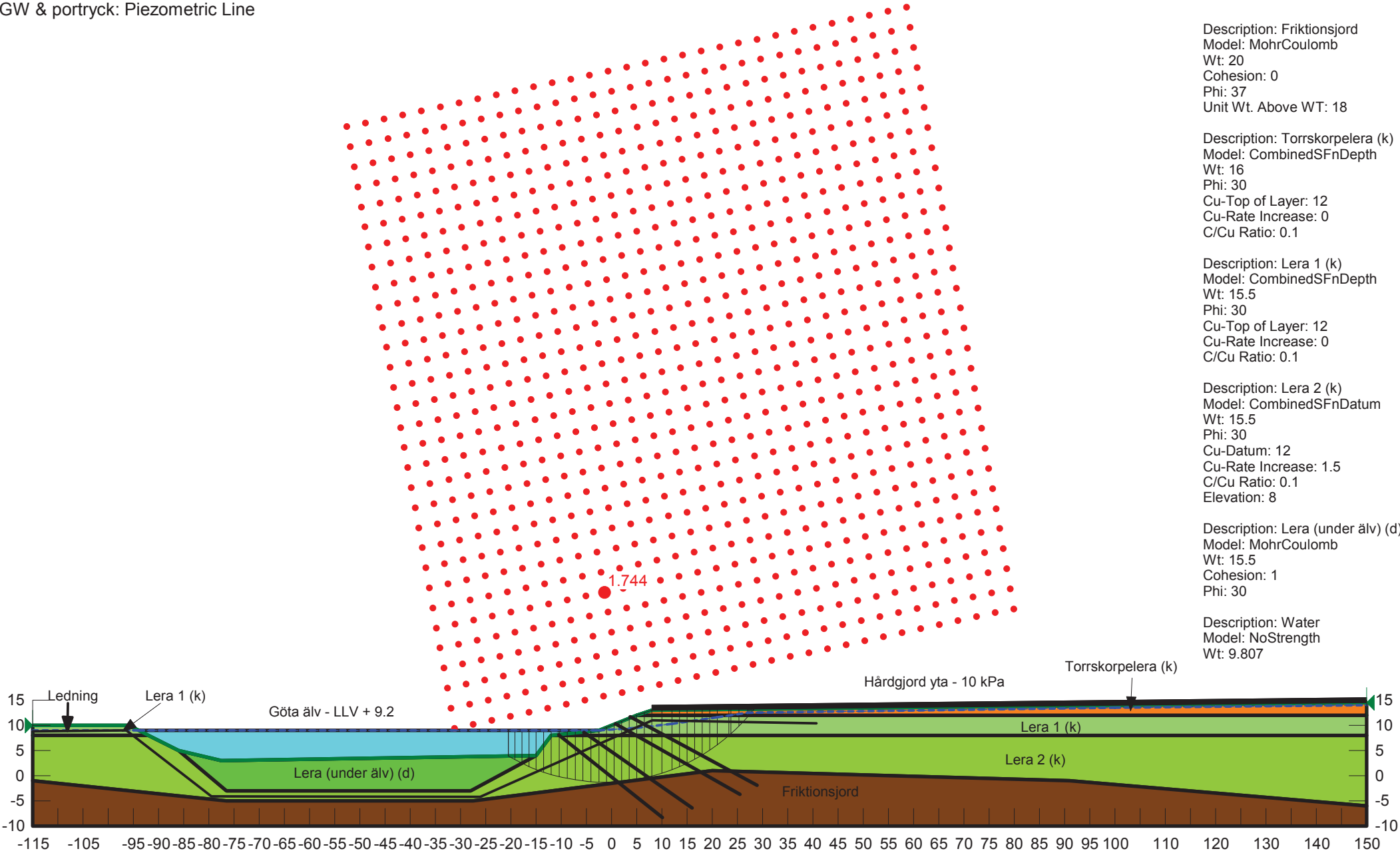
Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

Bilaga 2

SLOPE/W-beräkningar för slänter efter
åtgärd

1. Bäckebol

H147-K2 - Kombinerad analys
Åtgärd: Jordskruv
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line



1. Bäckebol

H147-K2 - Odränerad analys
Åtgärd: Jordskruv
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line

Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 37
Unit Wt. Above WT: 18

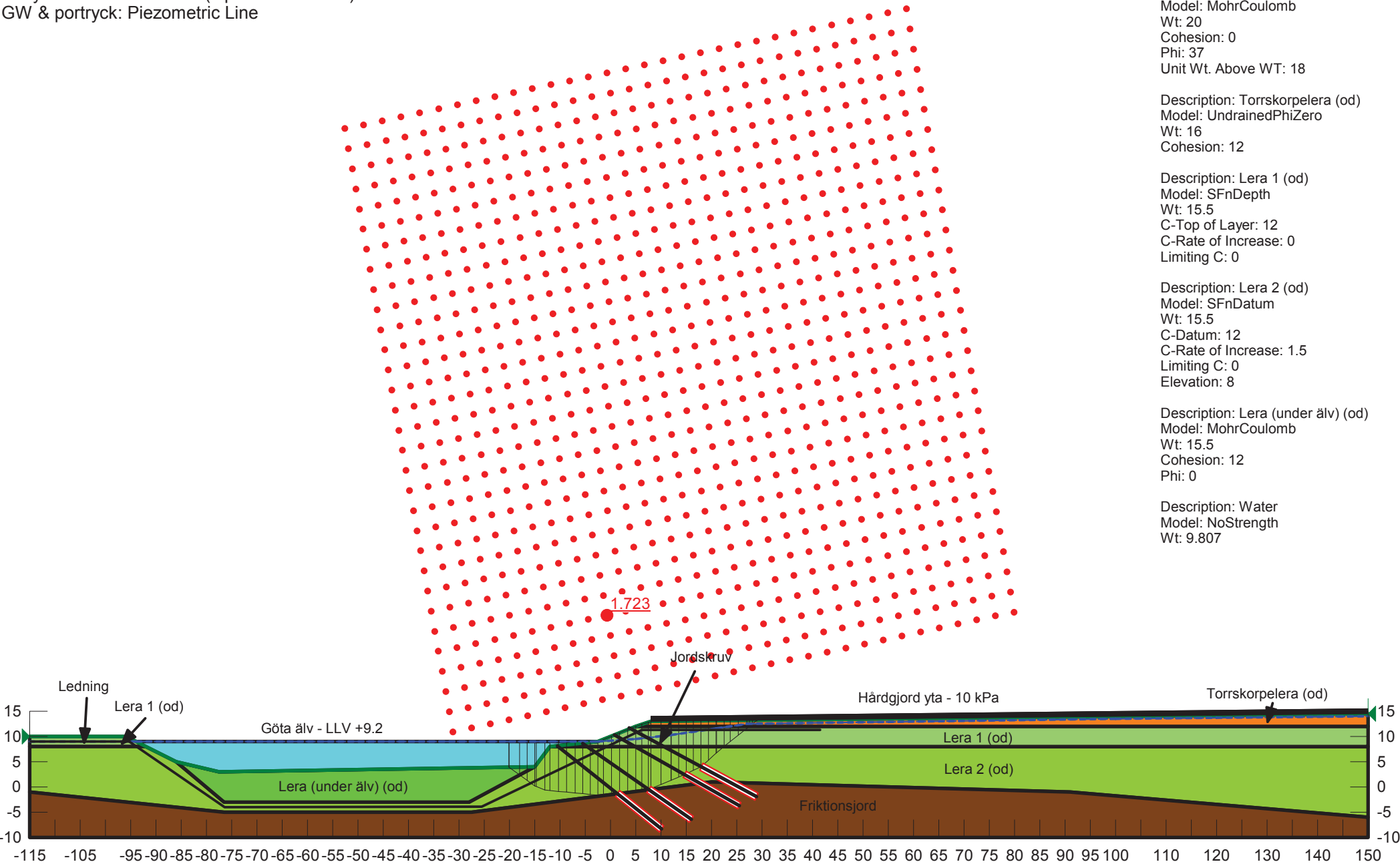
Description: Torrskorpelera (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 16
Cohesion: 12

Description: Lera 1 (od)
Model: SFnDepth
Wt: 15.5
C-Top of Layer: 12
C-Rate of Increase: 0
Limiting C: 0

Description: Lera 2 (od)
Model: SFnDatum
Wt: 15.5
C-Datum: 12
C-Rate of Increase: 1.5
Limiting C: 0
Elevation: 8

Description: Lera (under älv) (od)
Model: MohrCoulomb
Wt: 15.5
Cohesion: 12
Phi: 0

Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807



1. Bäckebol

H147-K3 - Kombinerad analys
Åtgärd: Jordskruv
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line

Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

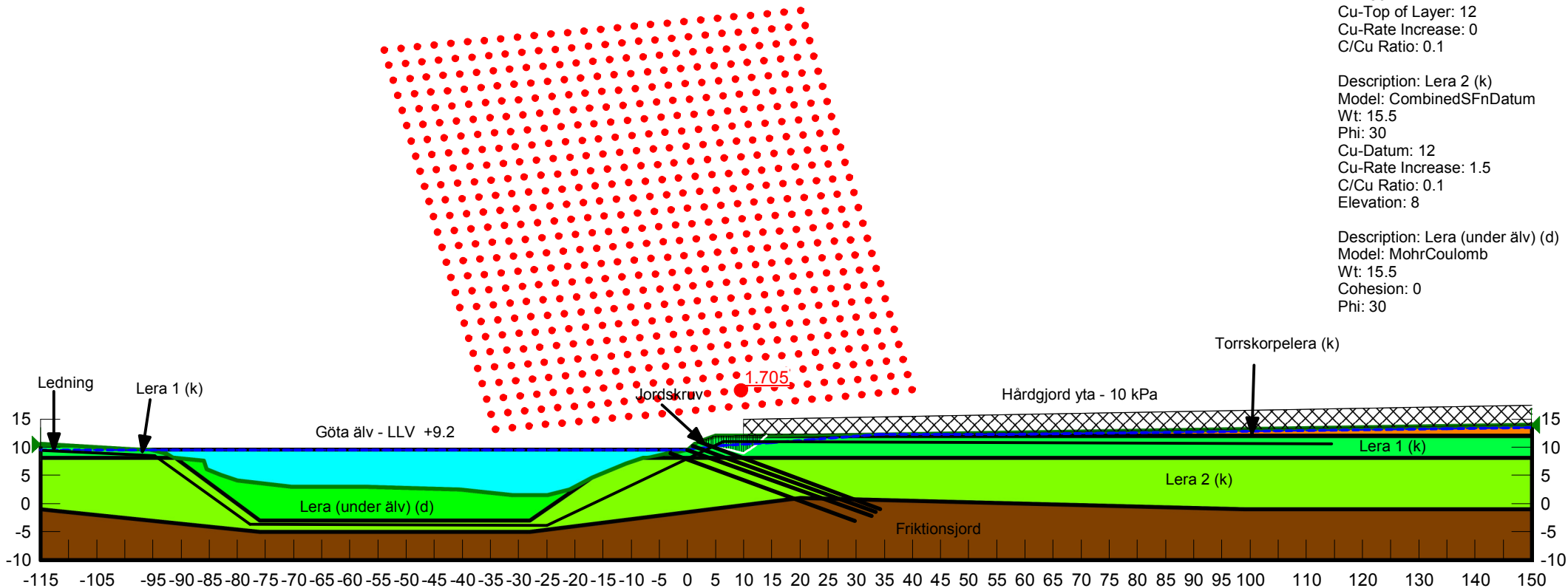
Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 37
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Torrskorpelera (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 16
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 12
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Lera 1 (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 15.5
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 12
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Lera 2 (k)
Model: CombinedSFnDatum
Wt: 15.5
Phi: 30
Cu-Datum: 12
Cu-Rate Increase: 1.5
C/Cu Ratio: 0.1
Elevation: 8

Description: Lera (under älv) (d)
Model: MohrCoulomb
Wt: 15.5
Cohesion: 0
Phi: 30



1. Bäckebol

H147-K3 - Odränerad analys
Åtgärd: Jordskruv
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line

- Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

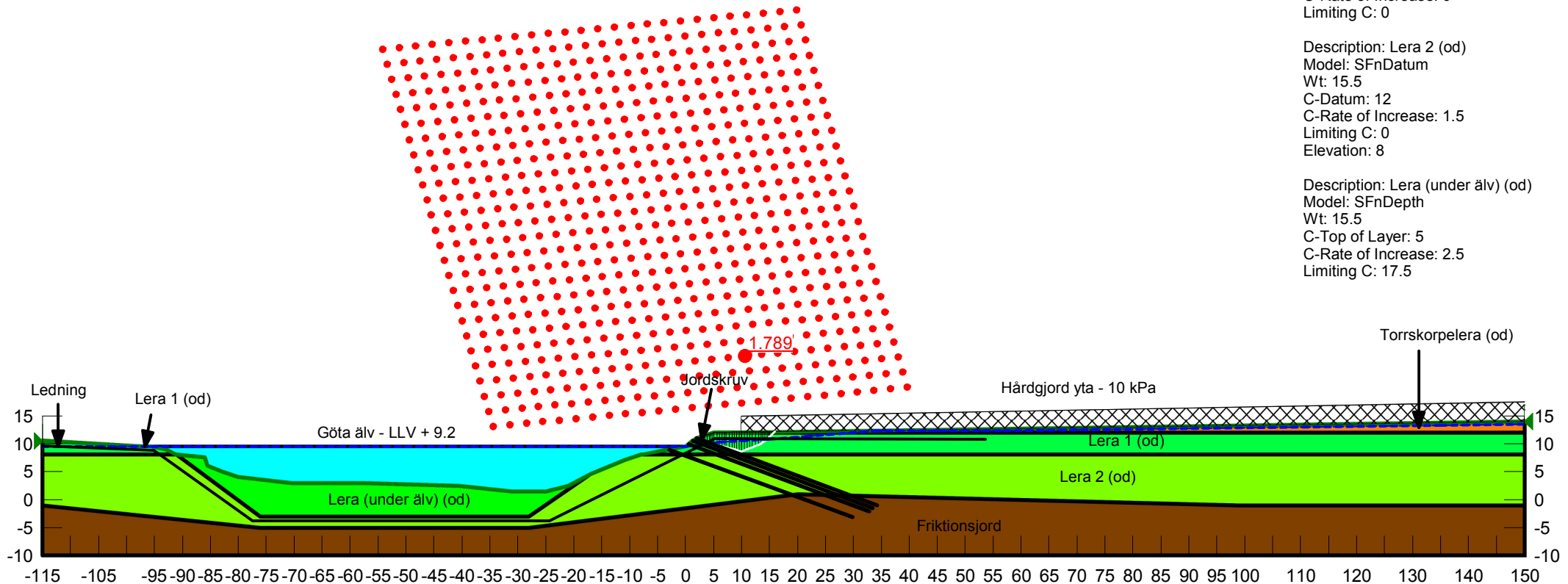
Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 37
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Torrskorpelera (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 16
Cohesion: 12

Description: Lera 1 (od)
Model: SFnDepth
Wt: 15.5
C-Top of Layer: 12
C-Rate of Increase: 0
Limiting C: 0

Description: Lera 2 (od)
Model: SFnDatum
Wt: 15.5
C-Datum: 12
C-Rate of Increase: 1.5
Limiting C: 0
Elevation: 8

Description: Lera (under älv) (od)
Model: SFnDepth
Wt: 15.5
C-Top of Layer: 5
C-Rate of Increase: 2.5
Limiting C: 17.5



1. Bäckebol

N006-K1 - Kombinerad analys

Åtgärd: KC-pelare

Analysmetod: Morgenstern-Price

Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)

GW & portryck: Piezometric Line

Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Lera 1 (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 16
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 15
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

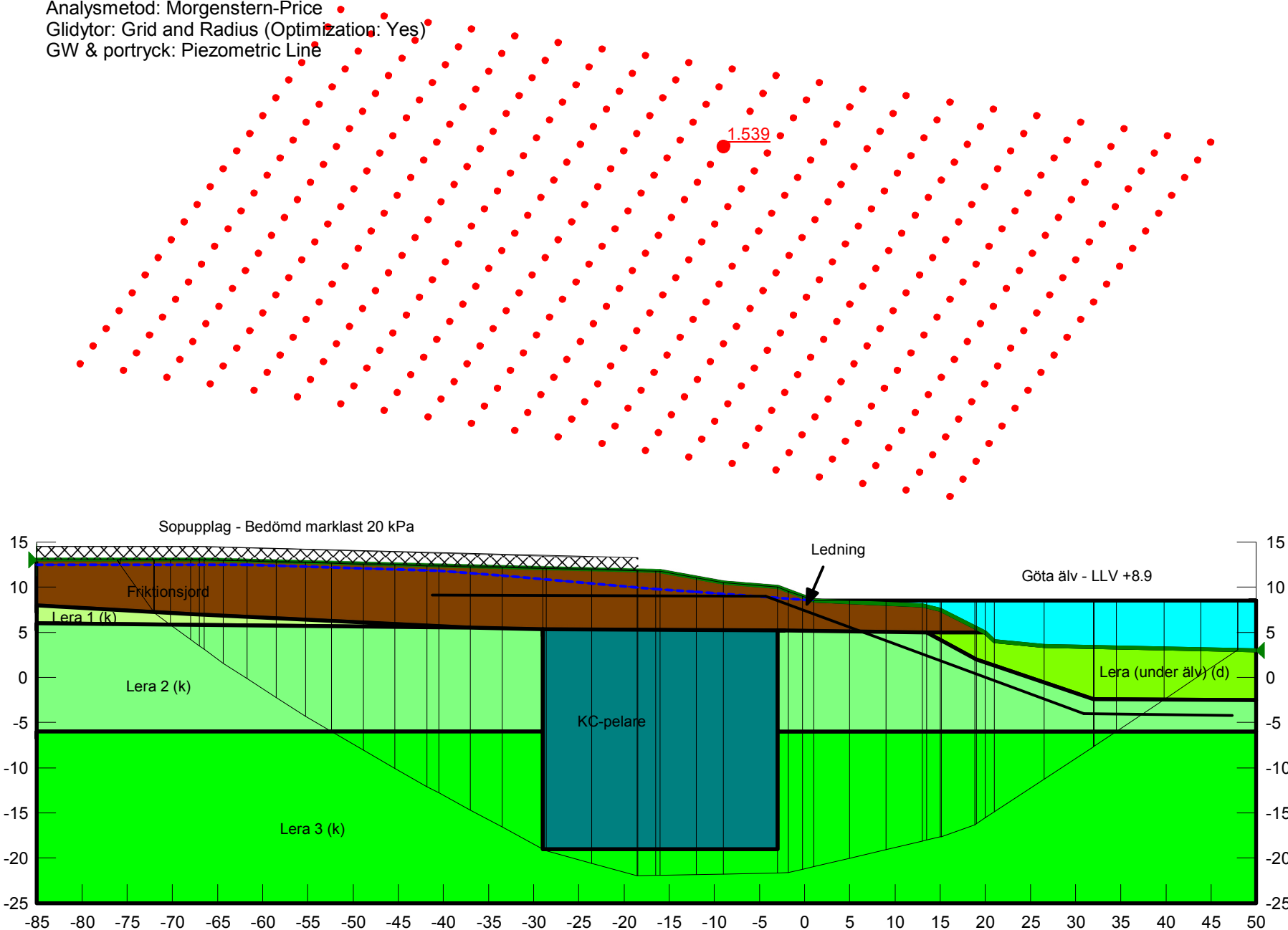
Description: Lera 2 (k)
Model: CombinedSFnDatum
Wt: 16
Phi: 30
Cu-Datum: 15
Cu-Rate Increase: 1
C/Cu Ratio: 0.1
Elevation: 6

Description: Lera (under älv) (d)
Model: MohrCoulomb
Wt: 16
Cohesion: 1
Phi: 30

Description: Lera 3 (k)
Model: CombinedSFnDatum
Wt: 16
Phi: 30
Cu-Datum: 27
Cu-Rate Increase: 1.4
C/Cu Ratio: 0.1
Elevation: -6

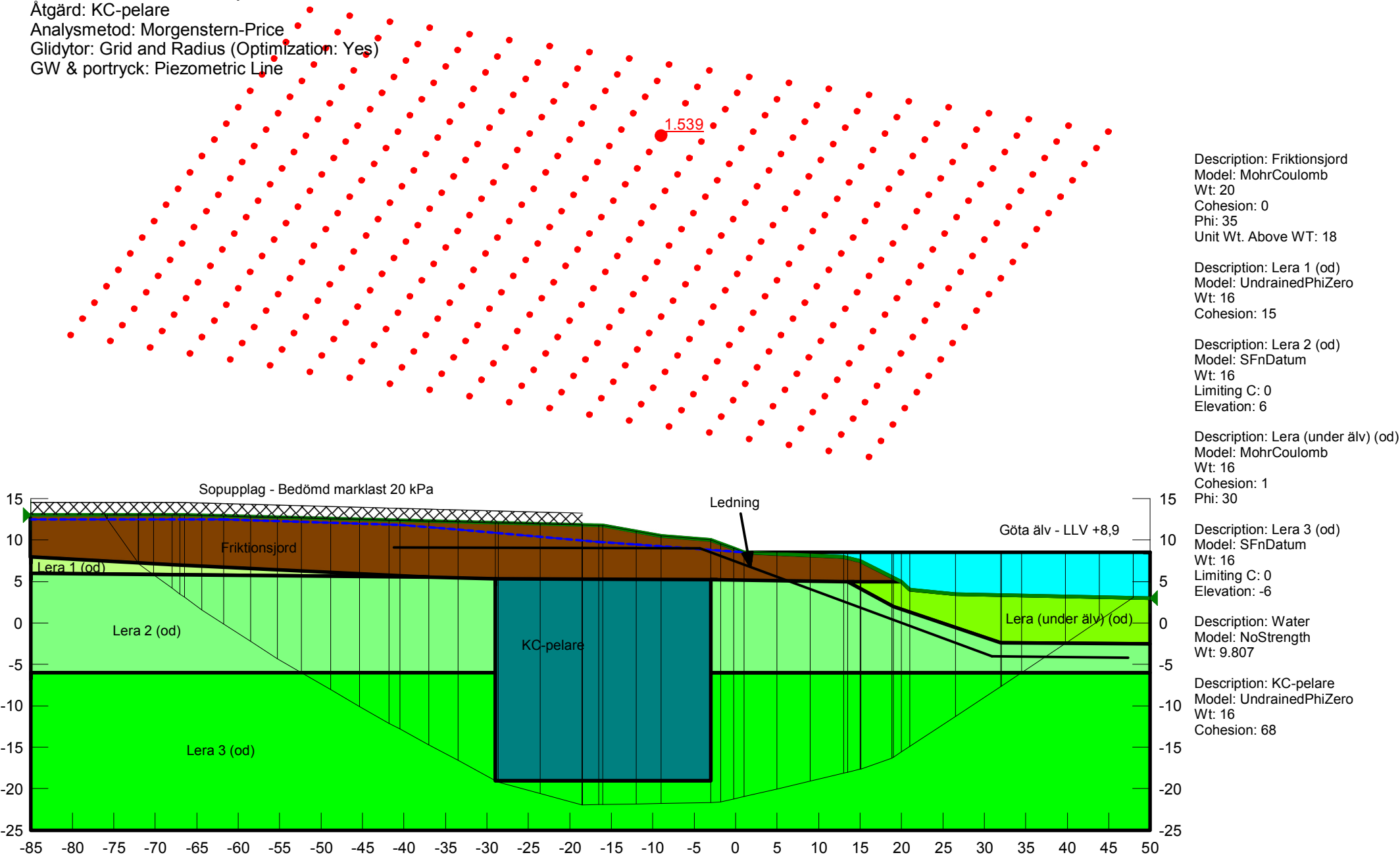
Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

Description: KC-pelare
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 16
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 68
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1



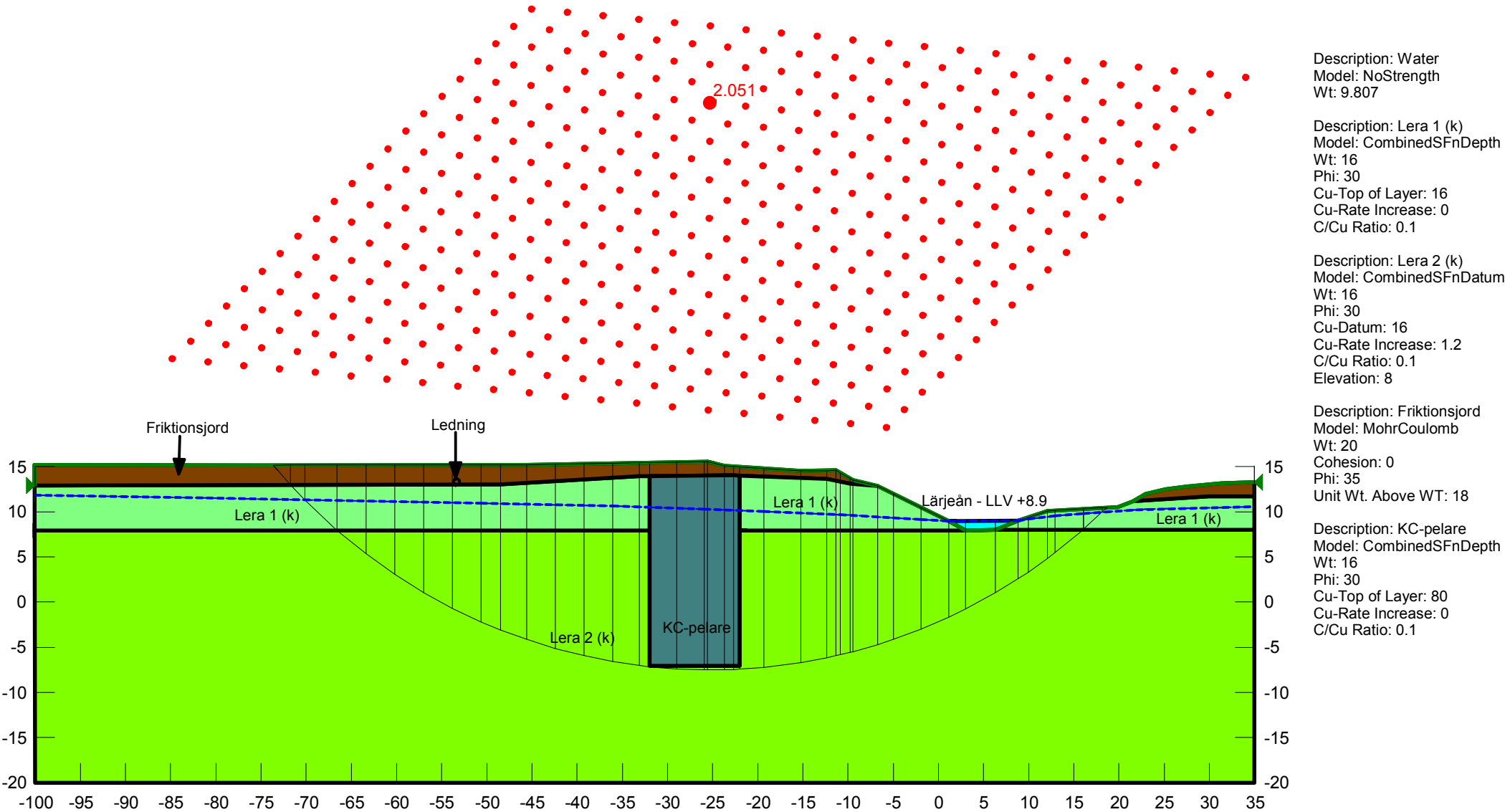
1. Bäckebol

N006-K1 - Odränerad analys
Åtgärd: KC-pelare
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line



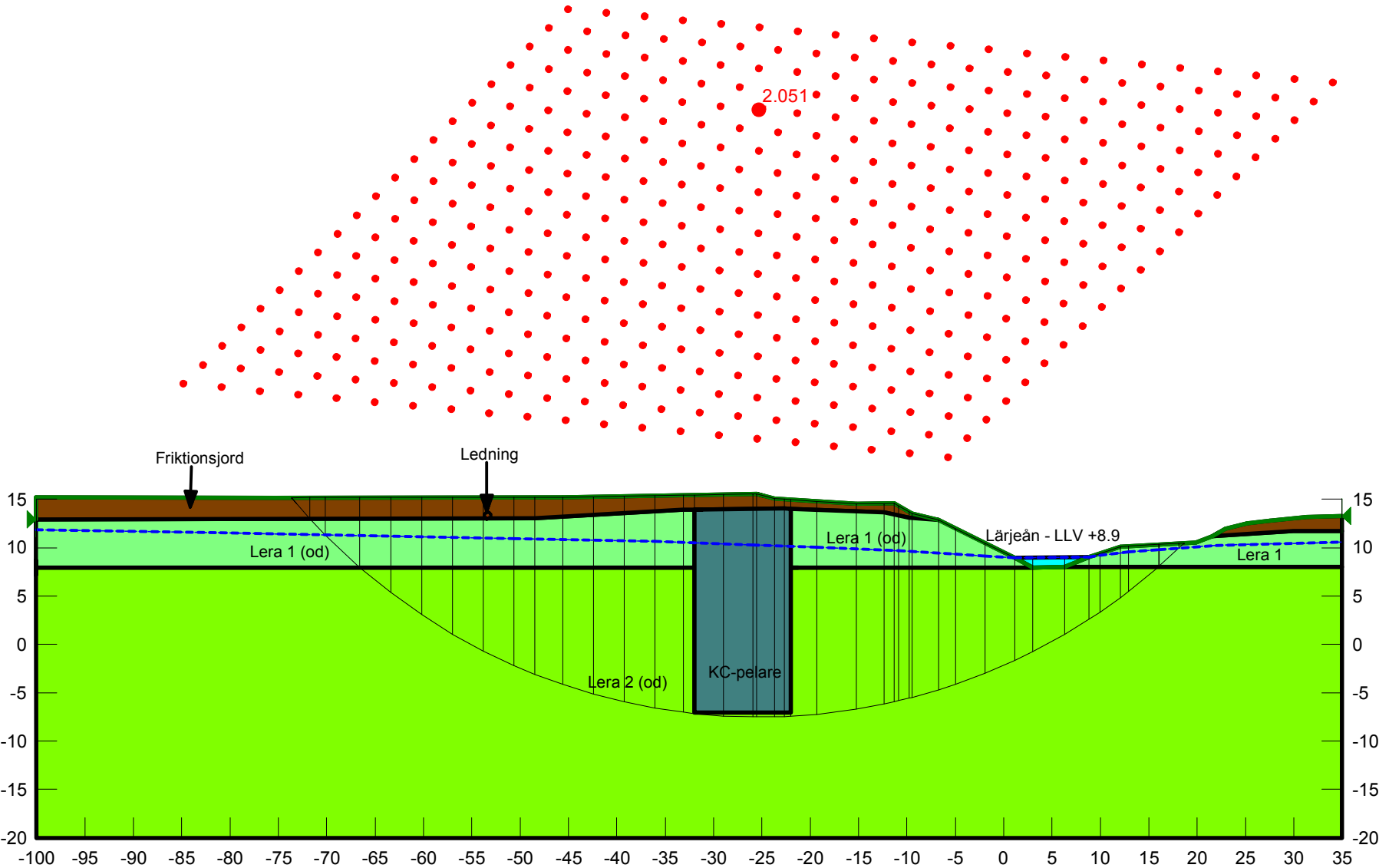
2. Lärjeholm

N017-K1 - Kombinerad analys
Åtgärdsförslag: KC-pelare
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line



2. Lärjeholm

N017-K1 - Odränerad analys
Åtgärdsförslag: KC-pelare
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line



Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

Description: Lera 1
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 16
Phi: 30
C-Top of Layer: 0
C-Rate of Increase: 0
Cu-Top of Layer: 16
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Lera 2 (od)
Model: SFnDatum
Wt: 16
C-Datum: 16
C-Rate of Increase: 1.2
Limiting C: 0
Elevation: 8

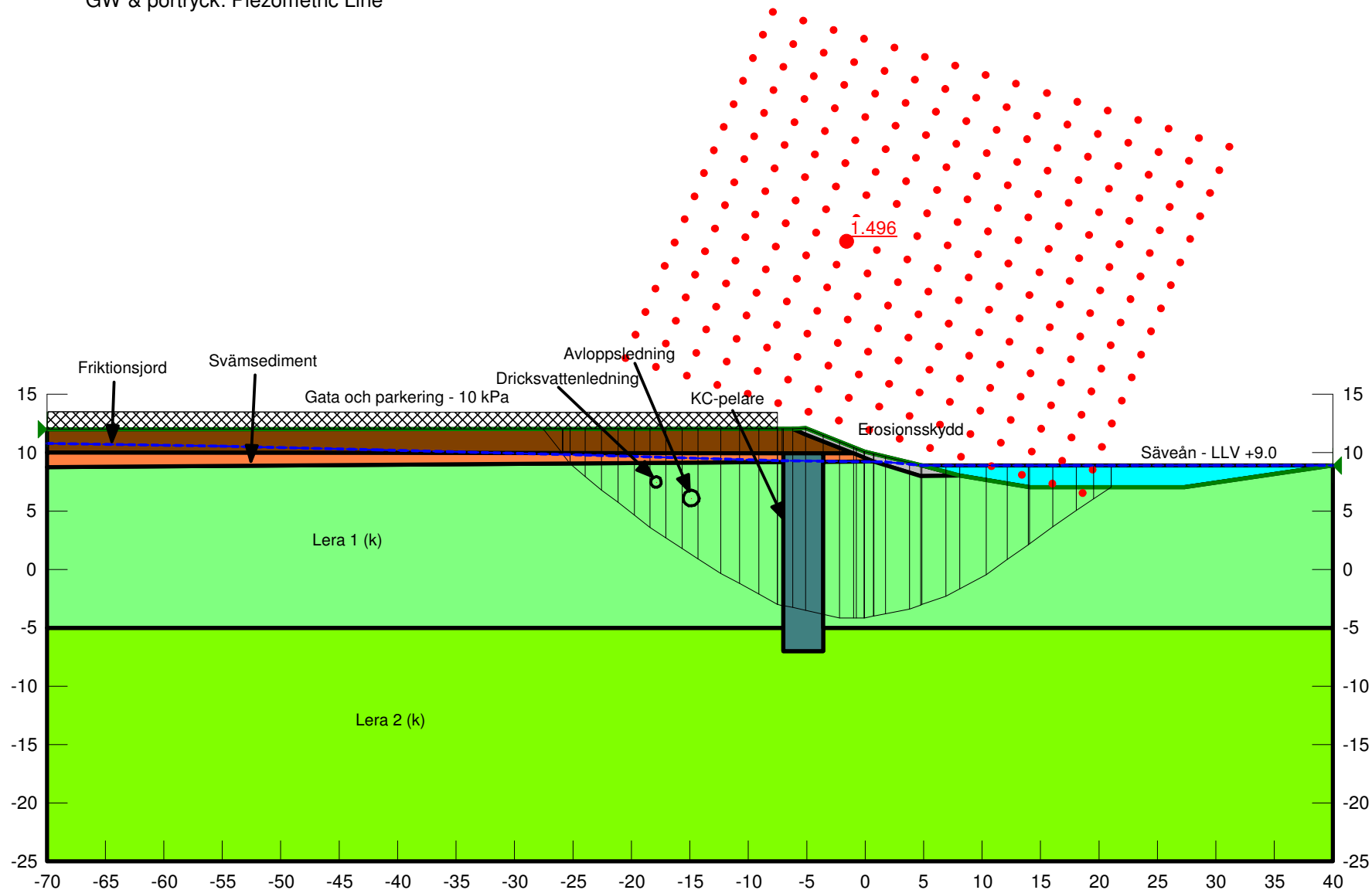
Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Lera 1 (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 16
Cohesion: 16

Description: KC-pelare
Model: SFnDatum
Wt: 16
C-Datum: 80
C-Rate of Increase: 0
Limiting C: 0
Elevation: 0

3. Marieholm

S115-K1 - Kombinerad analys
Åtgärd: KC-pelare och erosionsskydd
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line



Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above WT: 19

Description: Lera 1 (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 16
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 22
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Lera 2 (k)
Model: CombinedSFnDatum
Wt: 16
Phi: 30
Cu-Datum: 22
Cu-Rate Increase: 1
C/Cu Ratio: 0.1
Elevation: -5

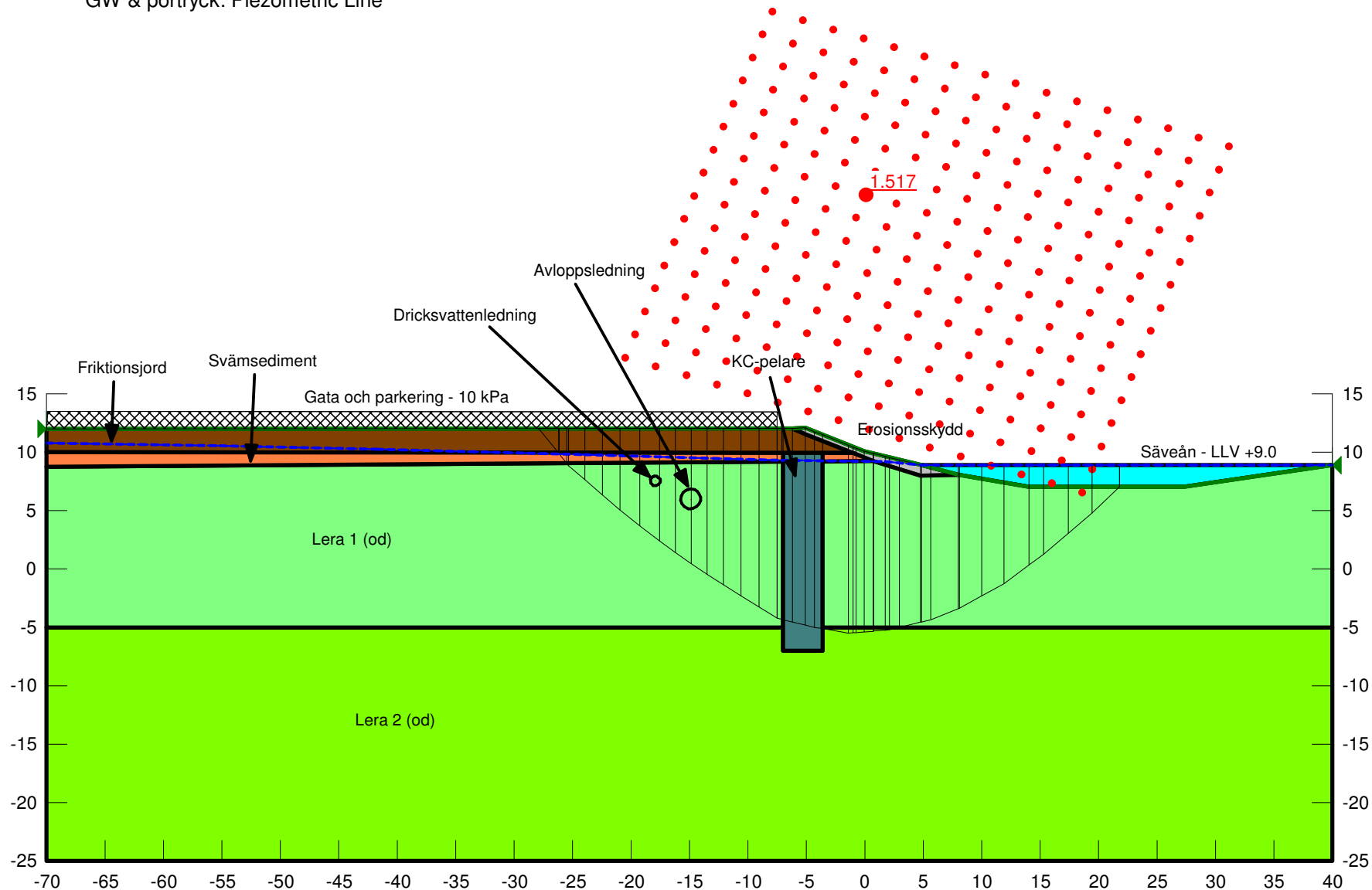
Description: Erosionsskydd
Model: MohrCoulomb
Wt: 21
Cohesion: 0
Phi: 45
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Svämsediment
Model: MohrCoulomb
Wt: 18
Cohesion: 0
Phi: 35

Description: KC-pelare
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 16
Cohesion: 52

3. Marieholm

S115-K1 - Odränerad analys
Åtgärd: KC-pelare och erosionsskydd
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line



Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above WT: 19

Description: Lera 1 (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 16
Cohesion: 22

Description: Lera 2 (od)
Model: SFnDatum
Wt: 16
C-Datum: 22
C-Rate of Increase: 1
Limiting C: 0
Elevation: -5

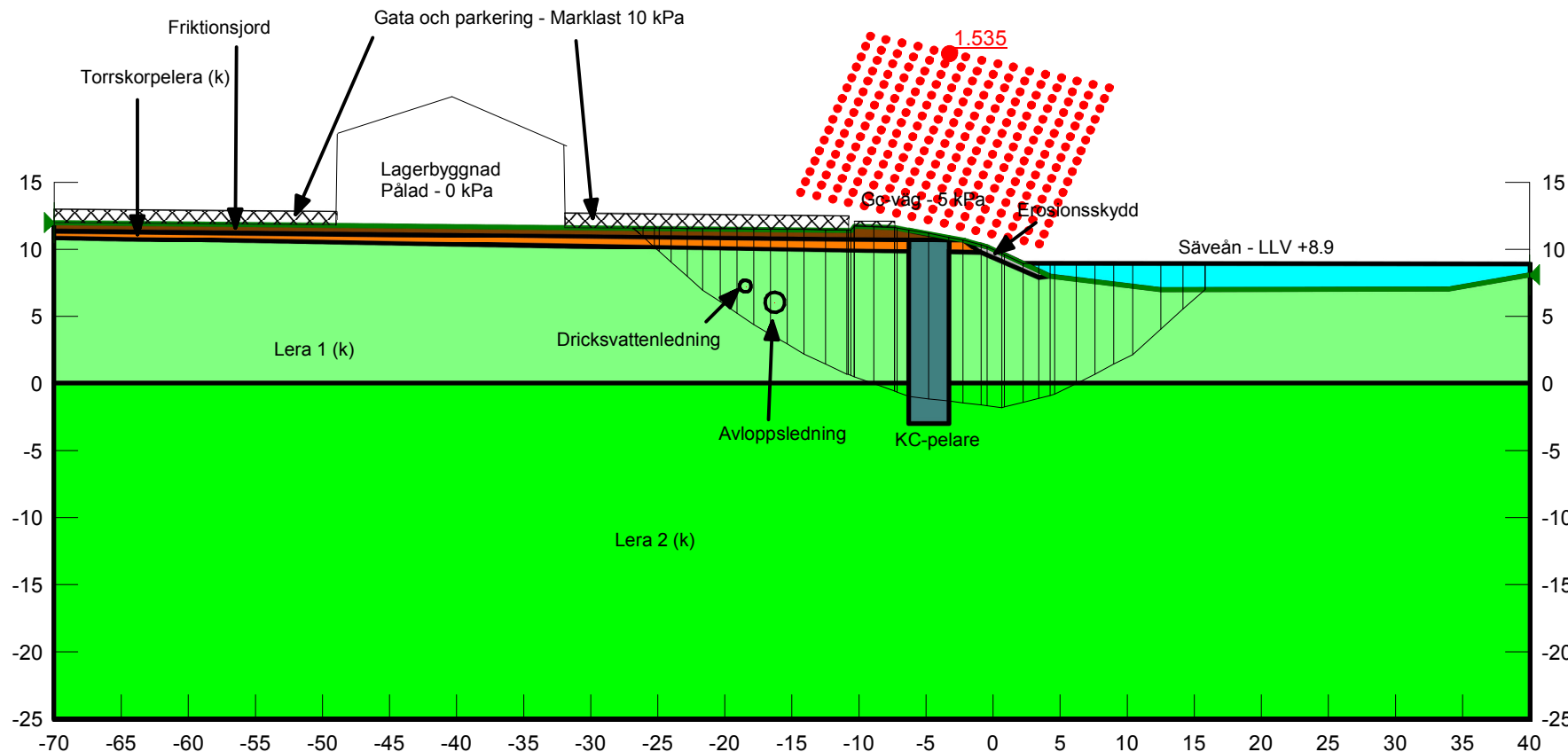
Description: Erosionsskydd
Model: MohrCoulomb
Wt: 21
Cohesion: 0
Phi: 45
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Svåmsediment
Model: MohrCoulomb
Wt: 18
Cohesion: 0
Phi: 35

Description: KC-pelare
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 16
Cohesion: 52

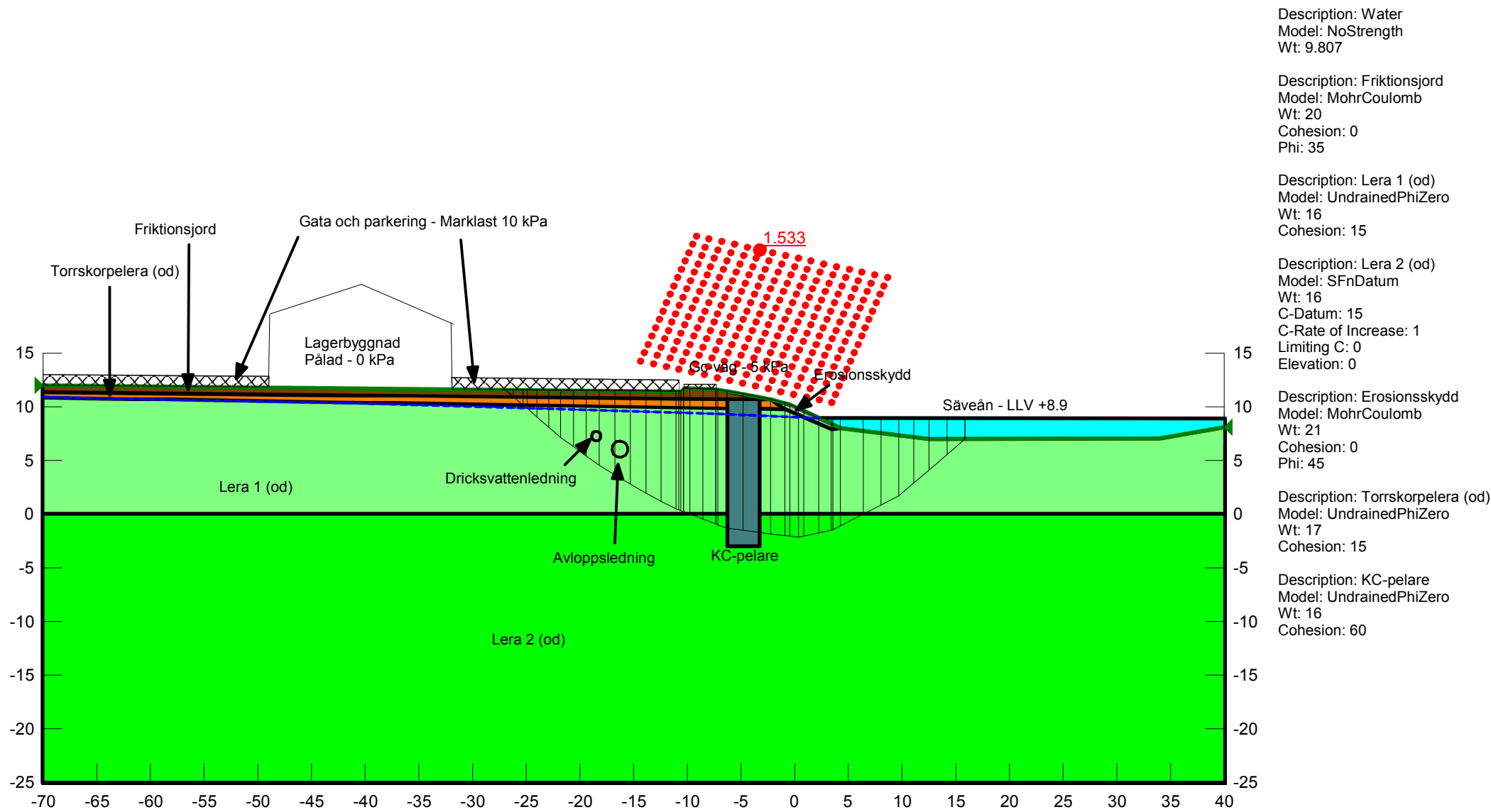
S115-K2 - Kombinerad analys
Åtgärd: KC-pelare
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line

Description: KC-pelare
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 16
Phi: 30
C-Top of Layer: 0
C-Rate of Increase: 0
Cu-Top of Layer: 60
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1



3. Marieholm

S115-K2 - Odränerad analys
Åtgärd: KC-pelare
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line



3. Marieholm

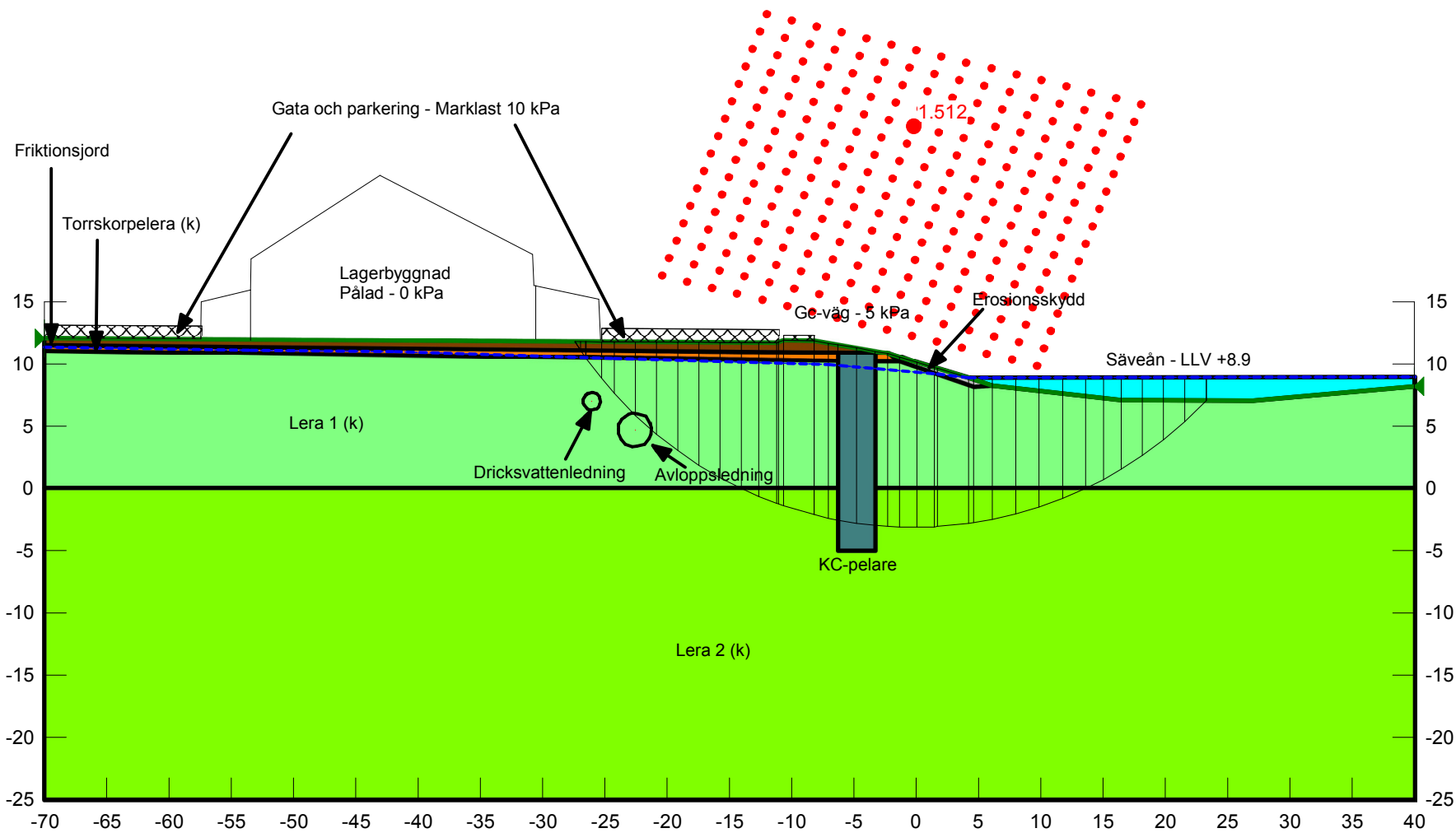
S115-K3 - Kombinerad analys

Åtgärd: KC-pelare

Analysmetod: Morgenstern-Price

Glidytor: Grid and Radius (Optimization: No)

GW & portryck: Piezometric Line



Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35

Description: Lera 1 (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 16
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 15
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Lera 2 (k)
Model: CombinedSFnDatum
Wt: 16
Phi: 30
Cu-Datum: 15
Cu-Rate Increase: 1
C/Cu Ratio: 0.1
Elevation: 0

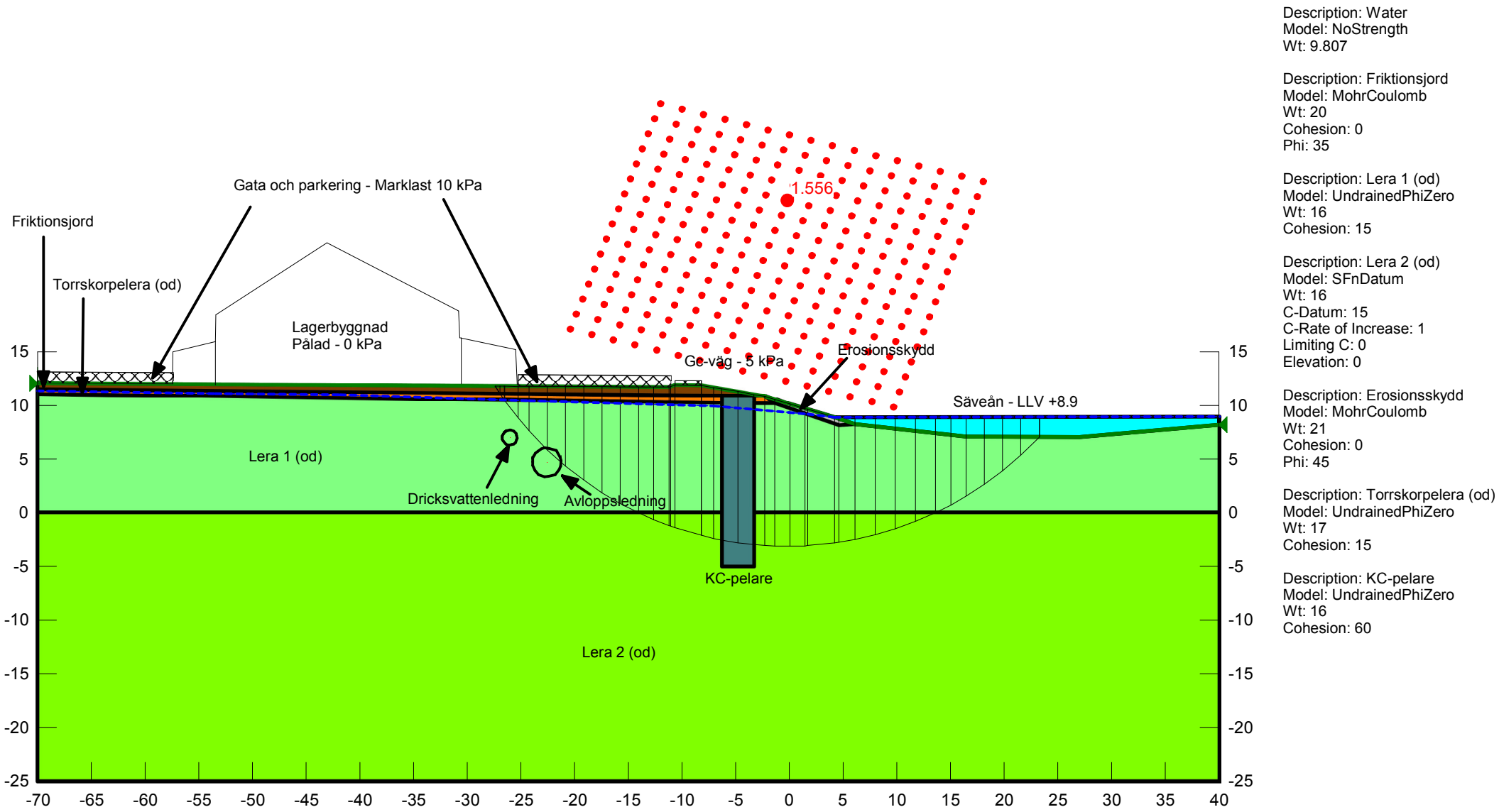
Description: Erosionsskydd
Model: MohrCoulomb
Wt: 21
Cohesion: 0
Phi: 45

Description: Torrsorpelera (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 17
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 15
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0

Description: KC-pelare
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 16
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 60
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

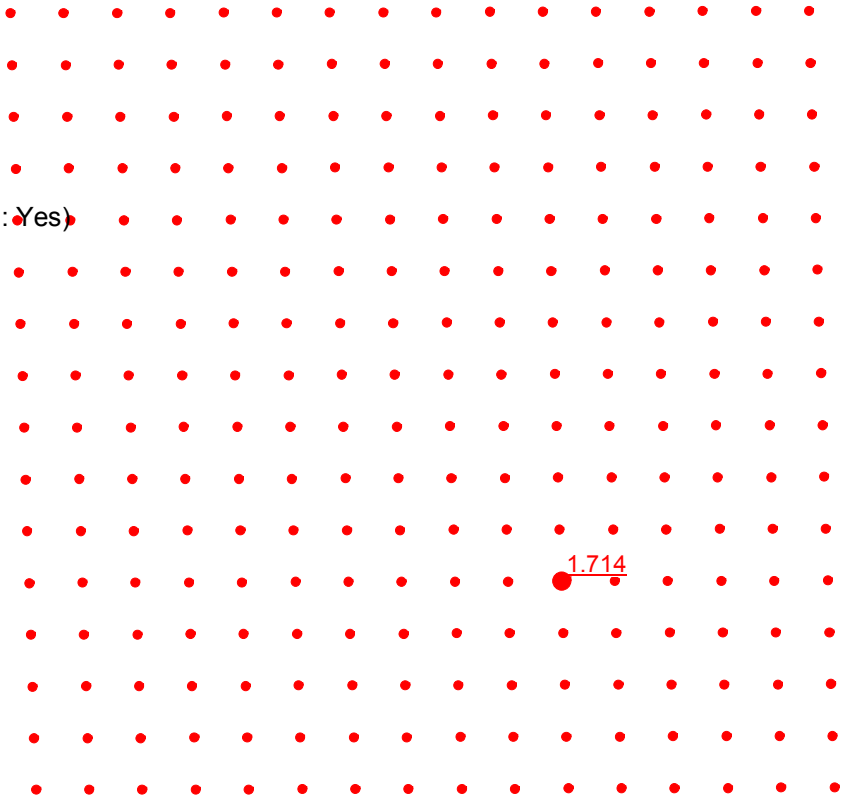
3. Marieholm

S115-K3 - Odränerad analys
Åtgärd: KC-pelare
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line

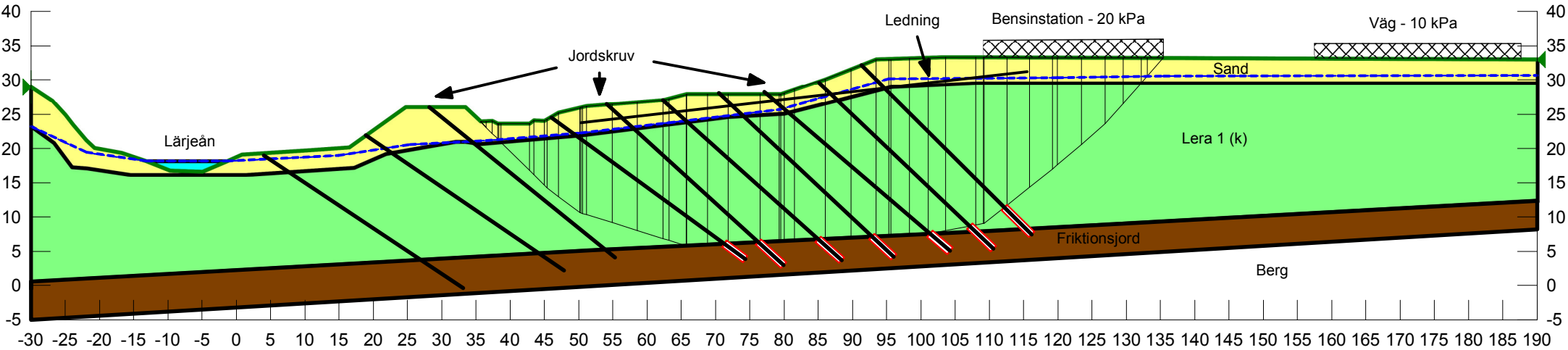


4. Angered Hjällbo

N021-S1.1 - Kombinerad
Åtgärd: Jordskruv
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line



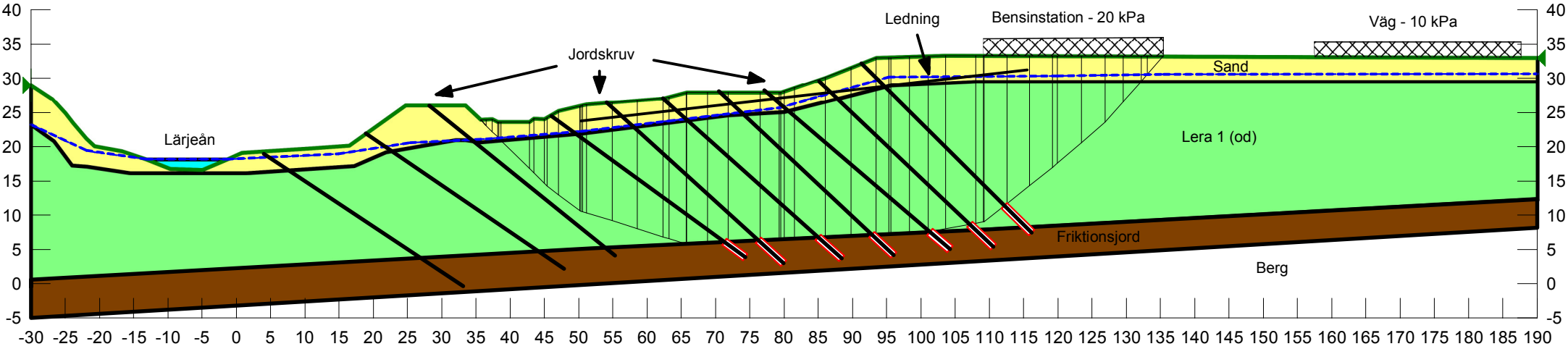
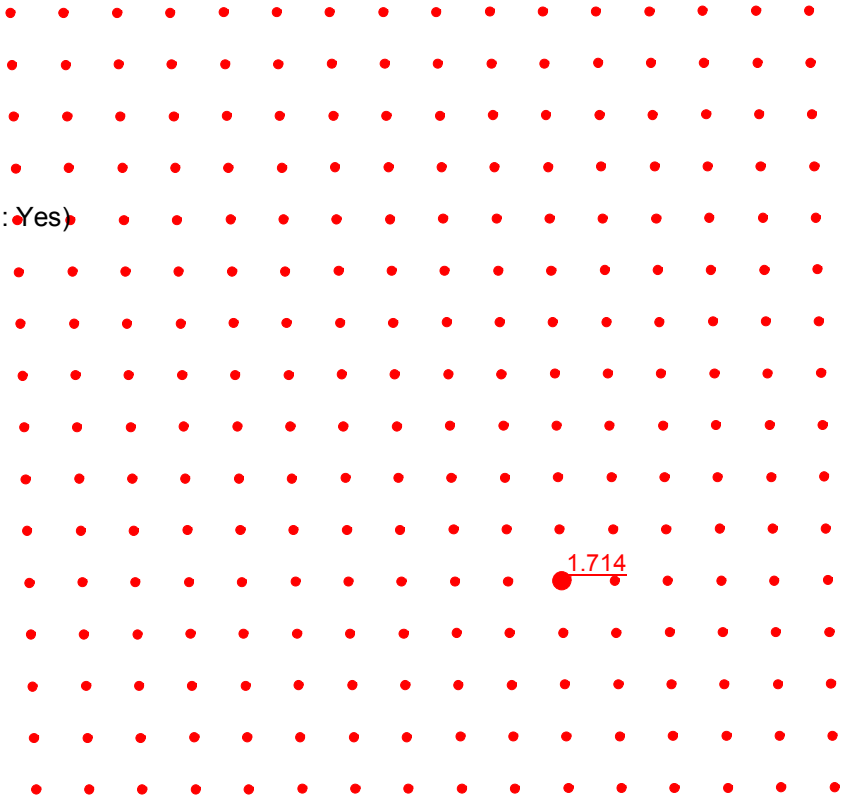
- Description: Sand
Model: MohrCoulomb
Wt: 21
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above WT: 18
- Description: Lera 1 (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 15
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 40
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1
- Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above WT: 18
- Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807



4. Angered Hjällbo

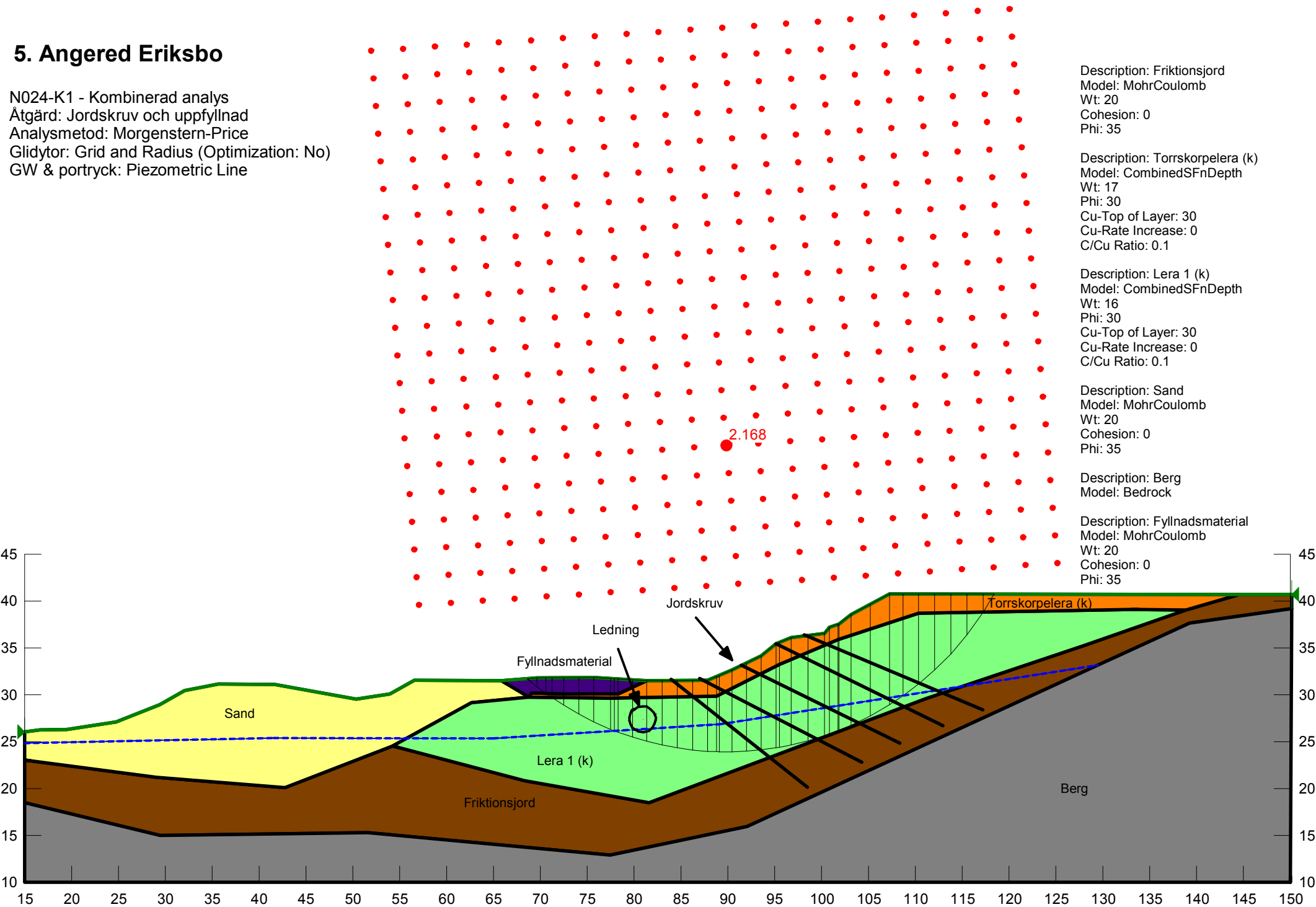
N021-S1.1 - Odränerad analys
Åtgärd: Jordskruv
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line

- Description: Sand
Model: MohrCoulomb
Wt: 21
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above WT: 18
- Description: Lera 1 (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 15
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 40
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1
- Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above WT: 18
- Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807



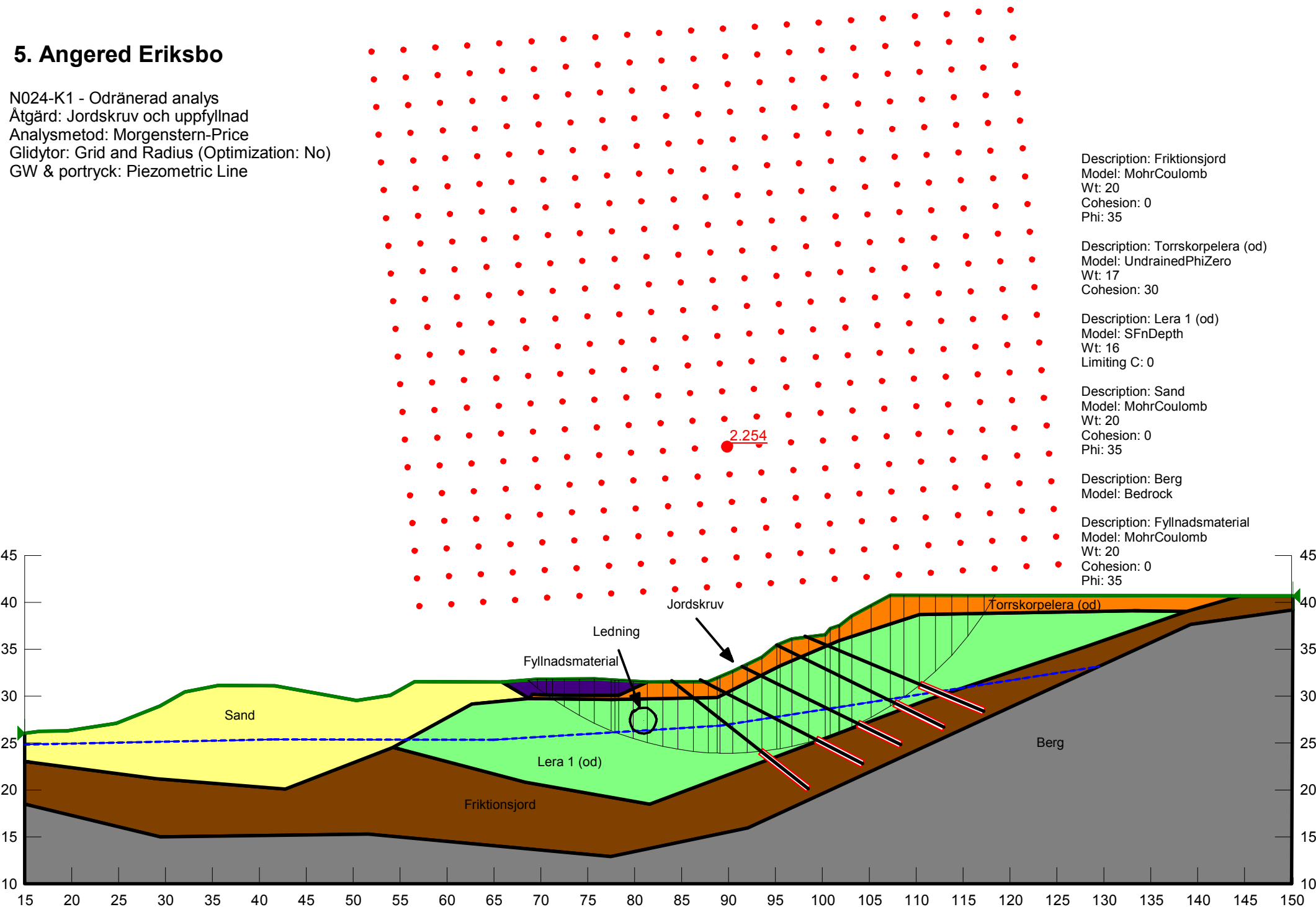
5. Angered Eriksbo

N024-K1 - Kombinerad analys
Åtgärd: Jordskruv och uppfyllnad
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line



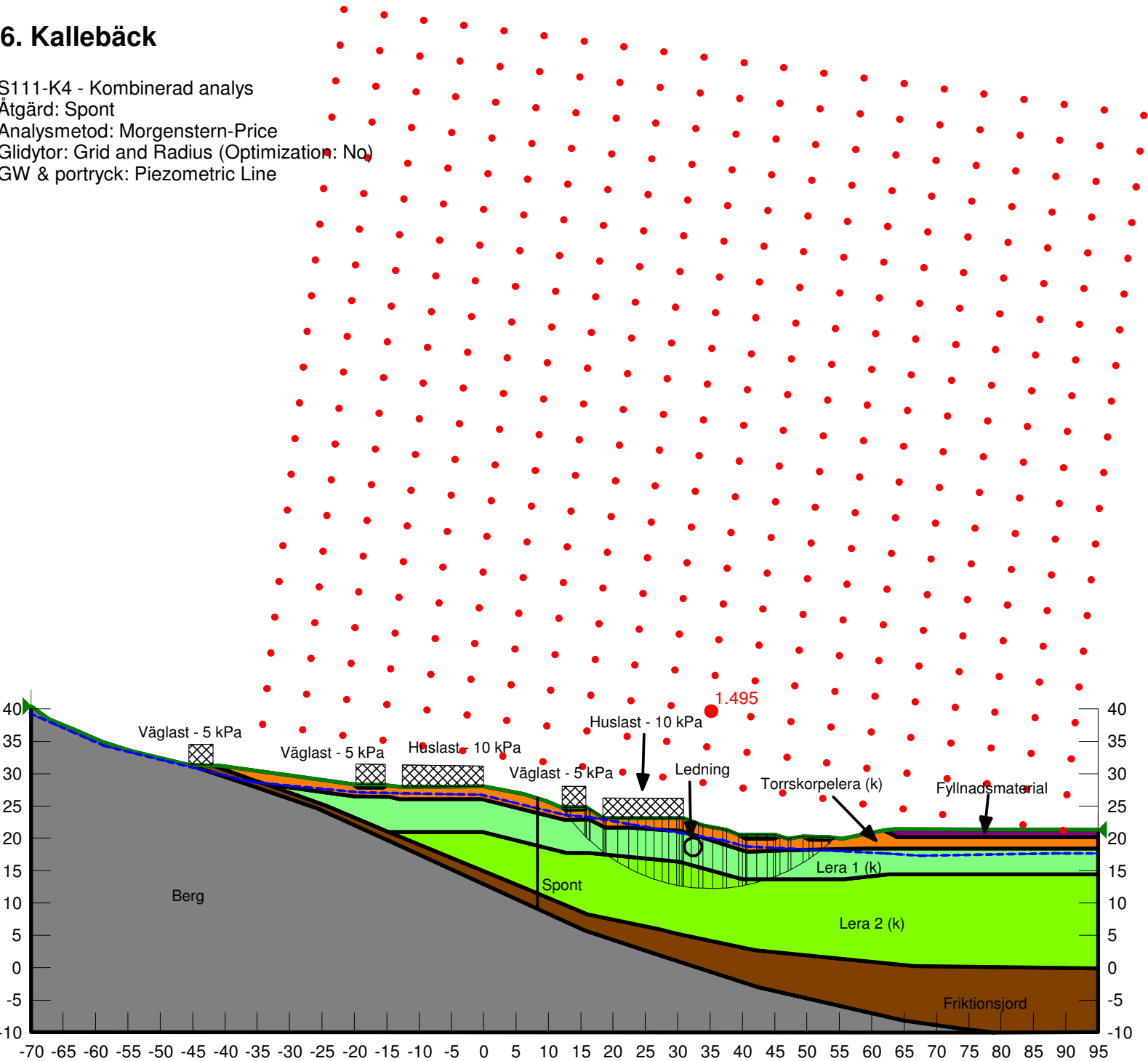
5. Angered Eriksbo

N024-K1 - Odränerad analys
Åtgärd: Jordskruv och uppfyllnad
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line



6. Kallebäck

S111-K4 - Kombinerad analys
Åtgärd: Spont
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line



Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 37
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Torrskorpelera (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 16
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 16
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Lera 1 (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 15.5
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 16
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

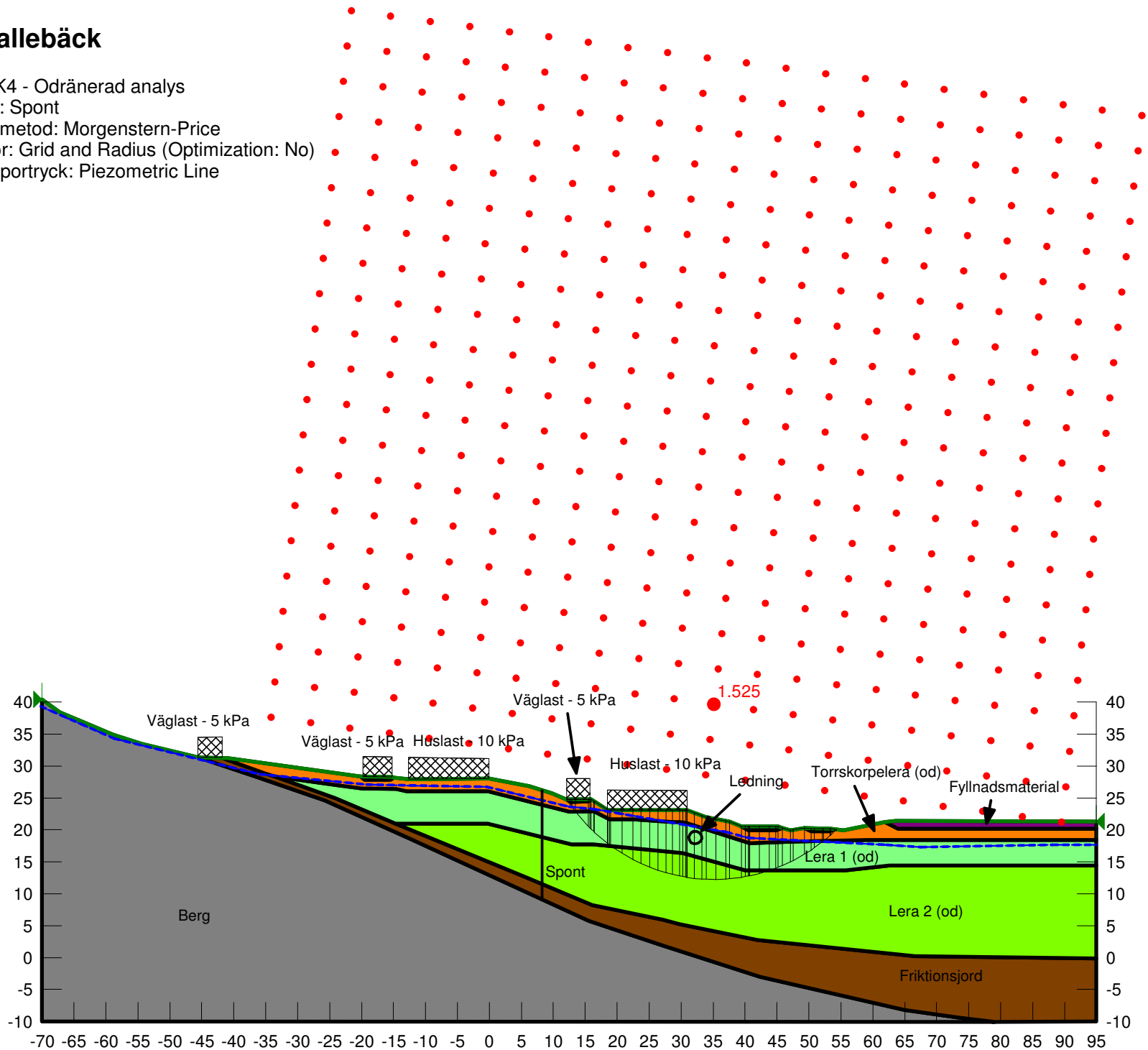
Description: Lera 2 (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 16
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 16
Cu-Rate Increase: 1
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Fyllnadsmaterial
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 37
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Berg
Model: Bedrock

6. Kallebäck

S111-K4 - Odränerad analys
Åtgärd: Spont
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line



Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 37
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Torrskorpelera (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 16
Cohesion: 16

Description: Lera 1 (od)
Model: SFnDepth
Wt: 15.5
C-Top of Layer: 16
C-Rate of Increase: 0
Limiting C: 0

Description: Lera 2 (od)
Model: SFnDepth
Wt: 16
C-Top of Layer: 16
C-Rate of Increase: 1
Limiting C: 0

Description: Fyllnadsmaterial
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 37
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Berg
Model: Bedrock

7. Utby Säveån

N003-K15- Kombinerad
Åtgärd: KC-pelare
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line

Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

Description: Torrskorpelera (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 17
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 13
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

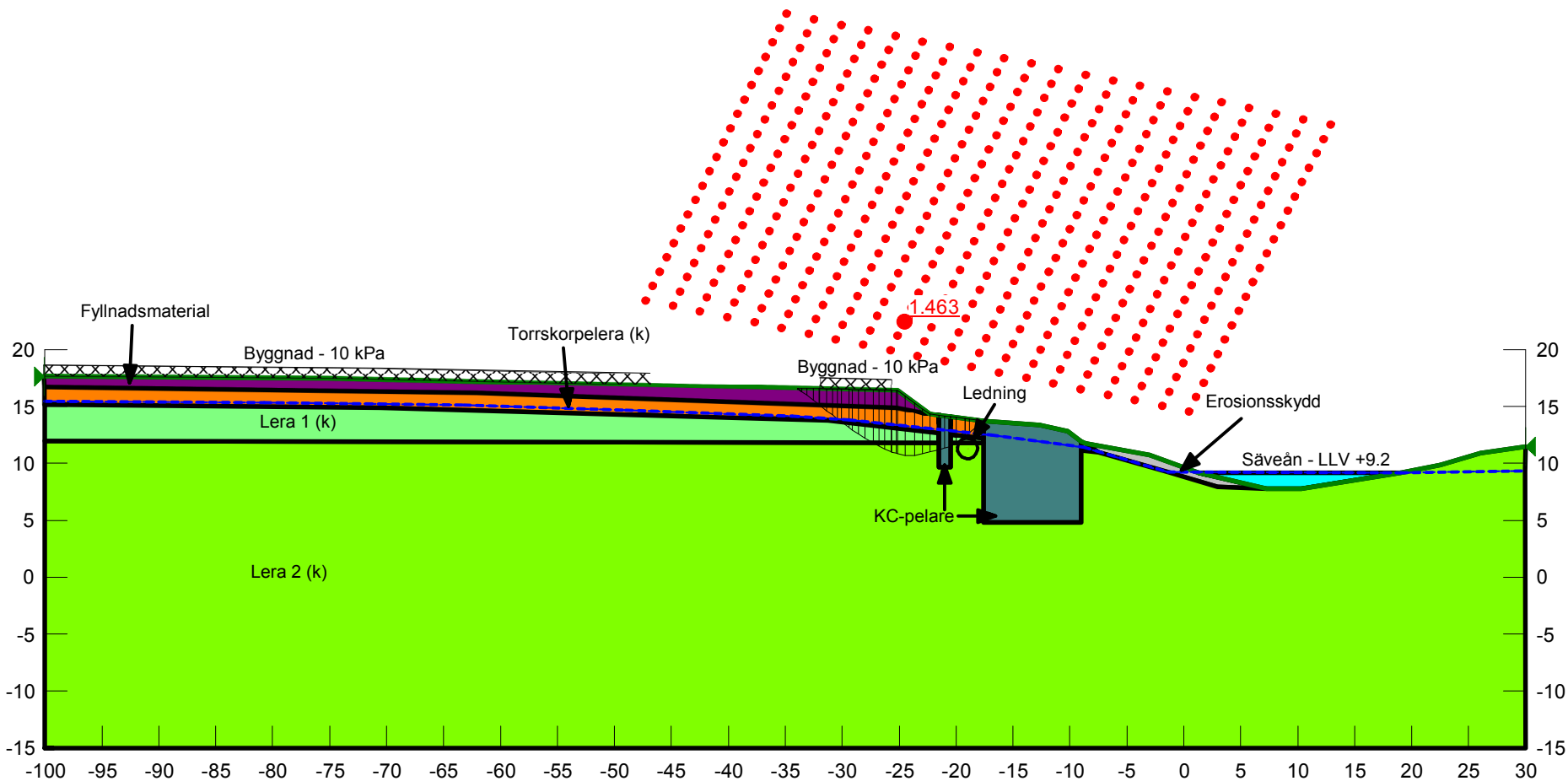
Description: Lera 1 (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 15
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 13
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Lera 2 (k)
Model: CombinedSFnDatum
Wt: 16
Phi: 30
Cu-Datum: 13
Cu-Rate Increase: 1.5
C/Cu Ratio: 0.1
Elevation: 12

Description: Fyllnadsmaterial
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Erosionsskydd
Model: MohrCoulomb
Wt: 22
Cohesion: 0
Phi: 40
Unit Wt. Above WT: 20

Description: KC-pelare
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 16
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 80
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1



7. Utby Säveån

N003-K15- Odränerad analys
Åtgärd: KC-pelare
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line

Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

Description: Torrskorpelera (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 17
Cohesion: 13

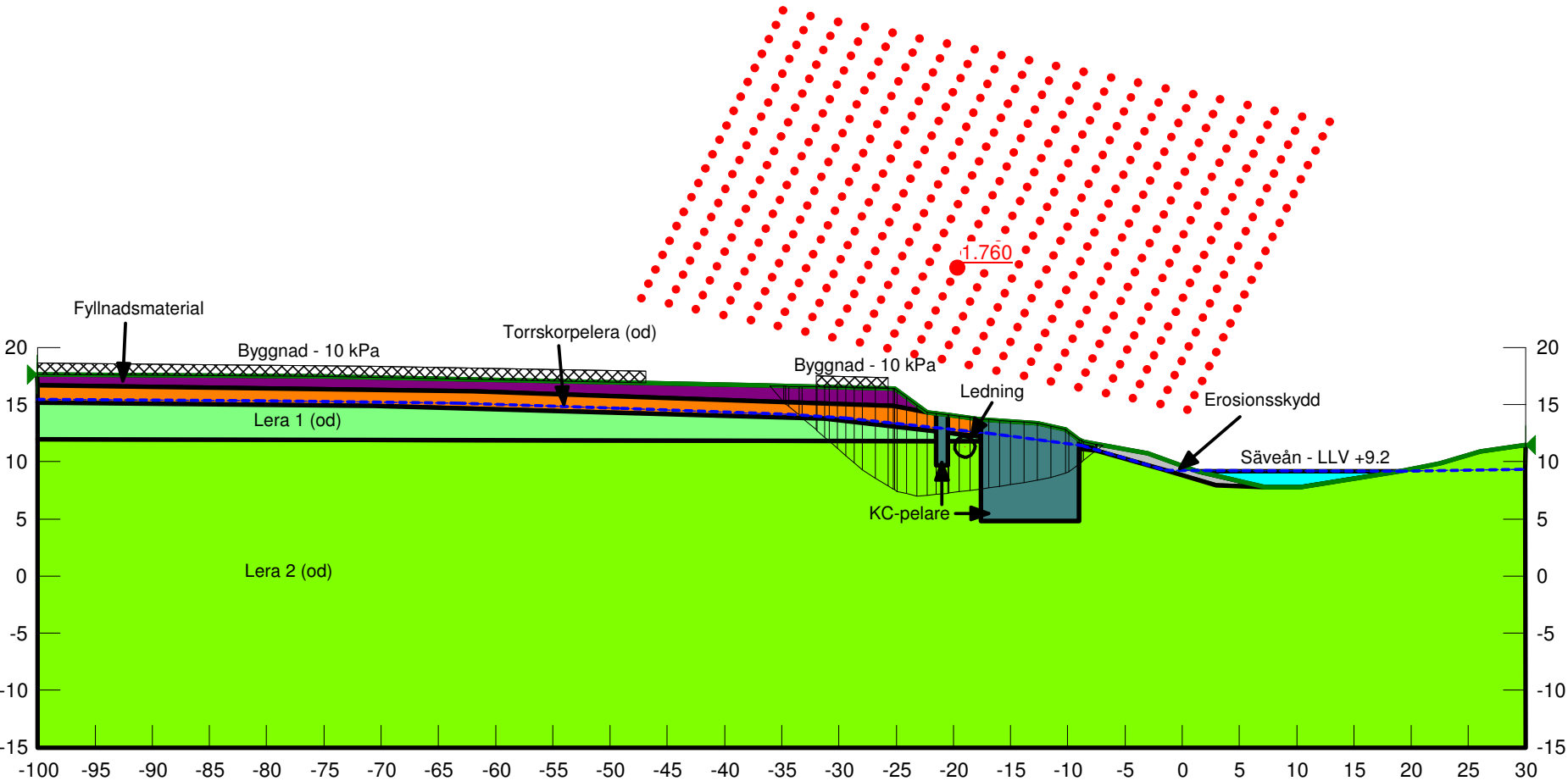
Description: Lera 1 (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 15
Cohesion: 13

Description: Lera 2 (od)
Model: SFnDatum
Wt: 16
C-Datum: 13
C-Rate of Increase: 1.5
Limiting C: 0
Elevation: 12

Description: Fyllnadsmaterial
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Erosionsskydd
Model: MohrCoulomb
Wt: 22
Cohesion: 0
Phi: 40
Unit Wt. Above WT: 20

Description: KC-pelare
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 16
Cohesion: 40



7. Utby Säveån

N003-K16 - Kombinerad analys
Åtgärd: KC-pelare
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line

Description: Torrskorpelera (k)
Model: CombinedSFnDatum
Wt: 17
Phi: 30
Cu-Datum: 14
Cu-Rate Increase: 1.5
C/Cu Ratio: 0.1
Elevation: 0

Description: Lera 1 (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 15
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 14
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

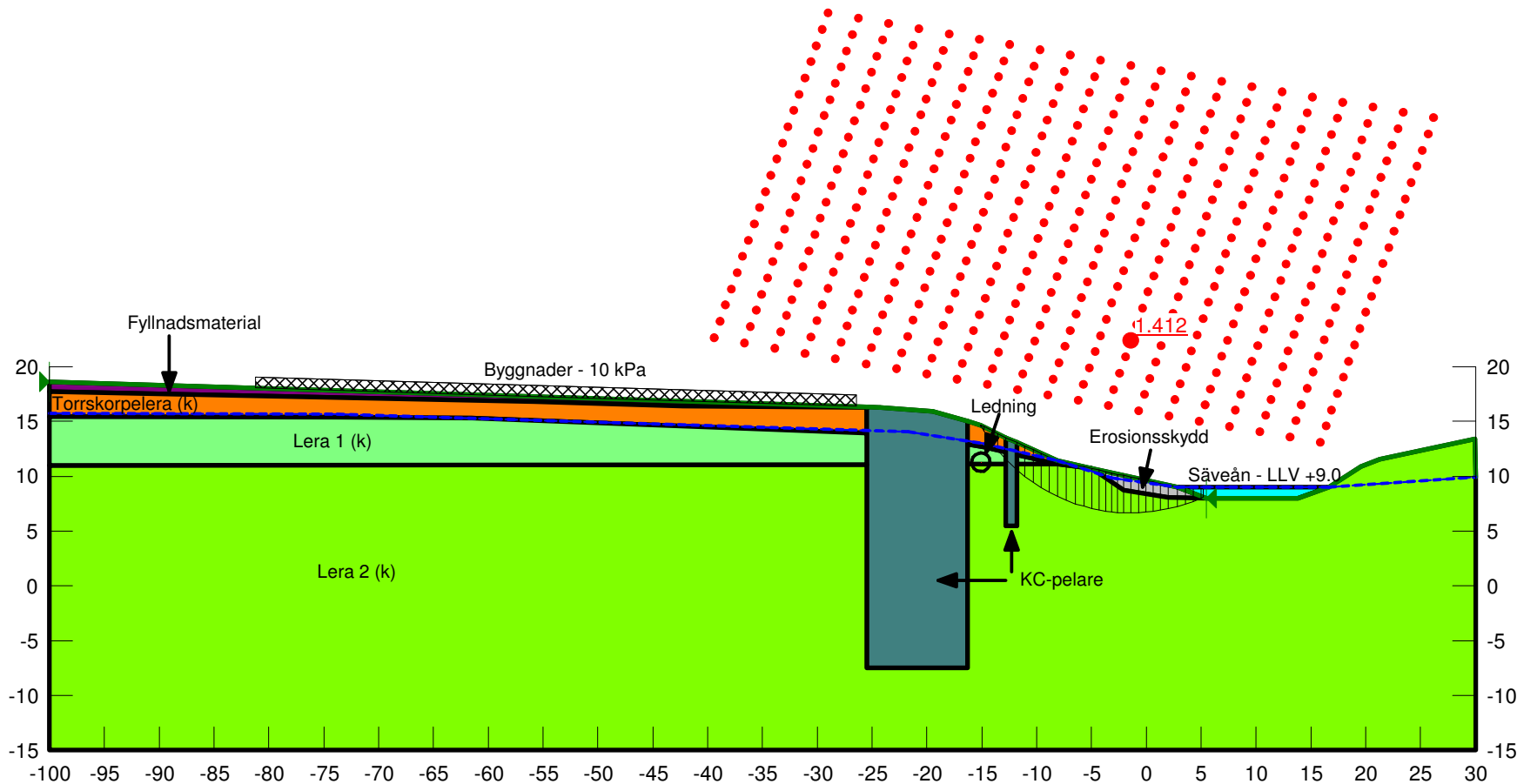
Description: Lera 2 (k)
Model: CombinedSFnDatum
Wt: 16
Phi: 30
Cu-Datum: 14
Cu-Rate Increase: 1.5
C/Cu Ratio: 0.1
Elevation: 11

Description: Fyllnadsmaterial
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Erosionsskydd
Model: MohrCoulomb
Wt: 22
Cohesion: 0
Phi: 40
Unit Wt. Above WT: 20

Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

Description: KC-pelare
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 16
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 85
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1



7. Utby Sävån

N003-K16- Odränerad analys
Åtgärd: KC-pelare
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Piezometric Line

Description: Torrskorpelera (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 17
Cohesion: 14

Description: Lera 1 (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 15
Cohesion: 14

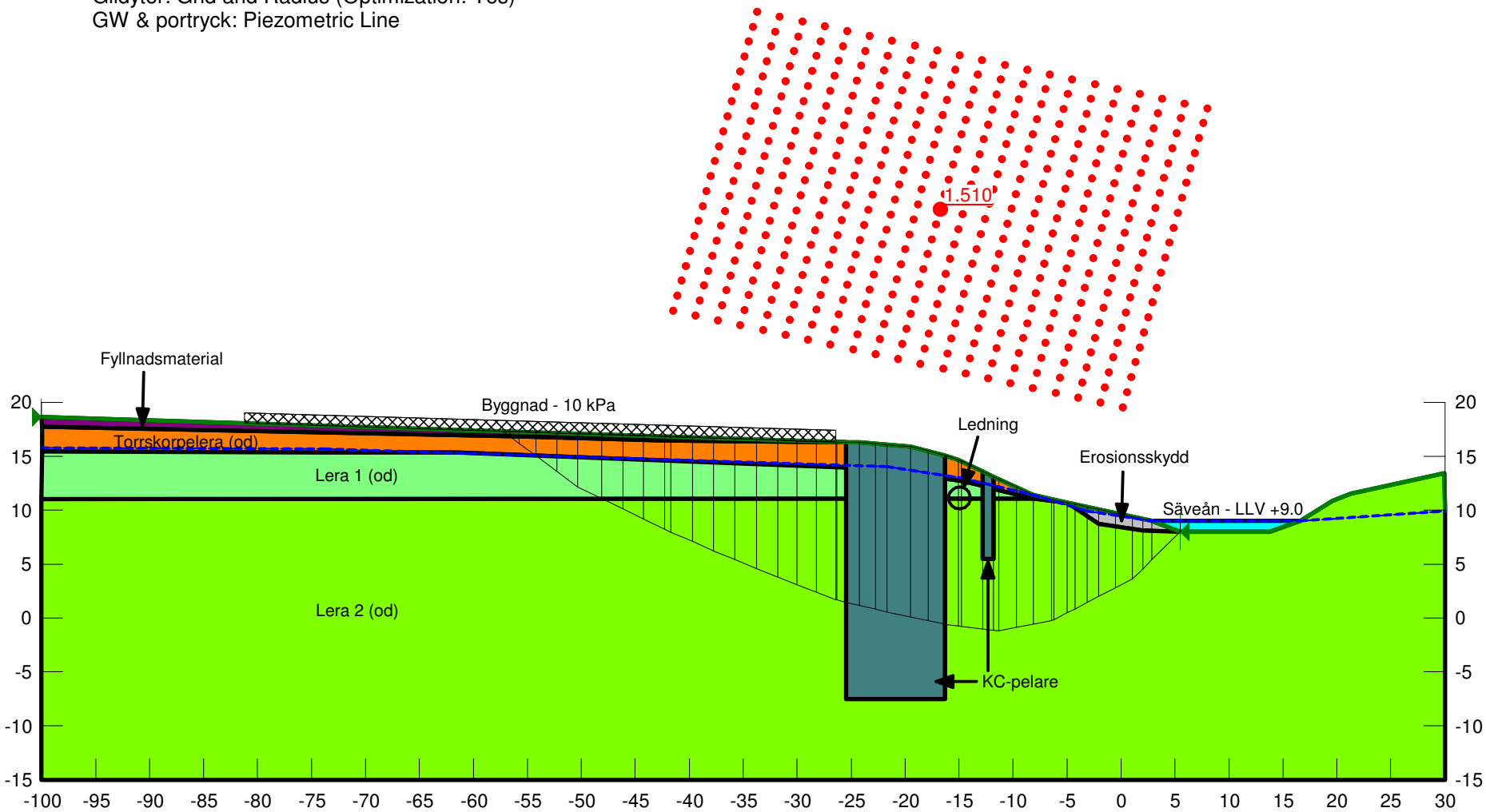
Description: Lera 2 (od)
Model: SFnDatum
Wt: 16
C-Datum: 14
C-Rate of Increase: 1.5
Limiting C: 0
Elevation: 11

Description: Fyllnadsmaterial
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Erosionsskydd
Model: MohrCoulomb
Wt: 22
Cohesion: 0
Phi: 40
Unit Wt. Above WT: 20

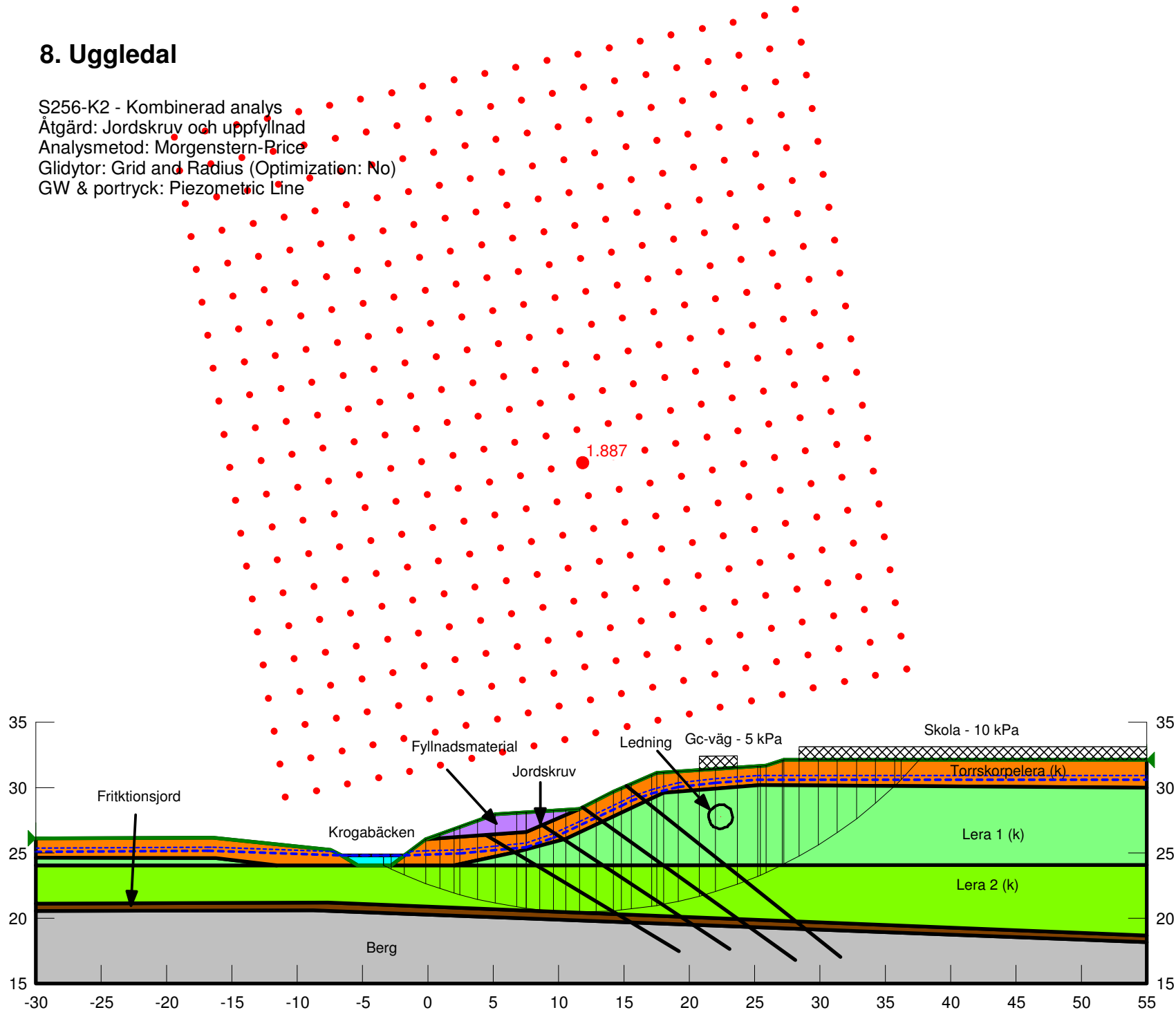
Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

Description: KC-pelare
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 16
Cohesion: 85



8. Uggledal

S256-K2 - Kombinerad analys
Åtgärd: Jordskruv och uppfyllnad
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line



Description: Torrskorpelera (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 17.5
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 19
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Lera 1 (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 16.5
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 19
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Lera 2 (k)
Model: CombinedSFnDatum
Wt: 16.5
Phi: 30
C-Datum: 0
Cu-Datum: 19
Cu-Rate Increase: 1.1
C/Cu Ratio: 0.1
Elevation: 24

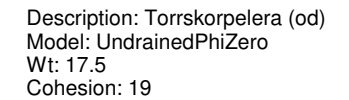
Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 30
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Berg
Model: Bedrock

Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

Description: Fyllnadsmaterial
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 30

S256-K2 - Odränerad analys
Åtgärd: Jordskruv och uppfyllnad
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line



Description: Lera 1 (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 16.5
Cohesion: 19

Description: Lera 2 (od)
Model: SFnDatum
Wt: 16.5
C-Datum: 19
Limiting C: 0
Elevation: 24

Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 30
Unit Wt. Above WT: 18

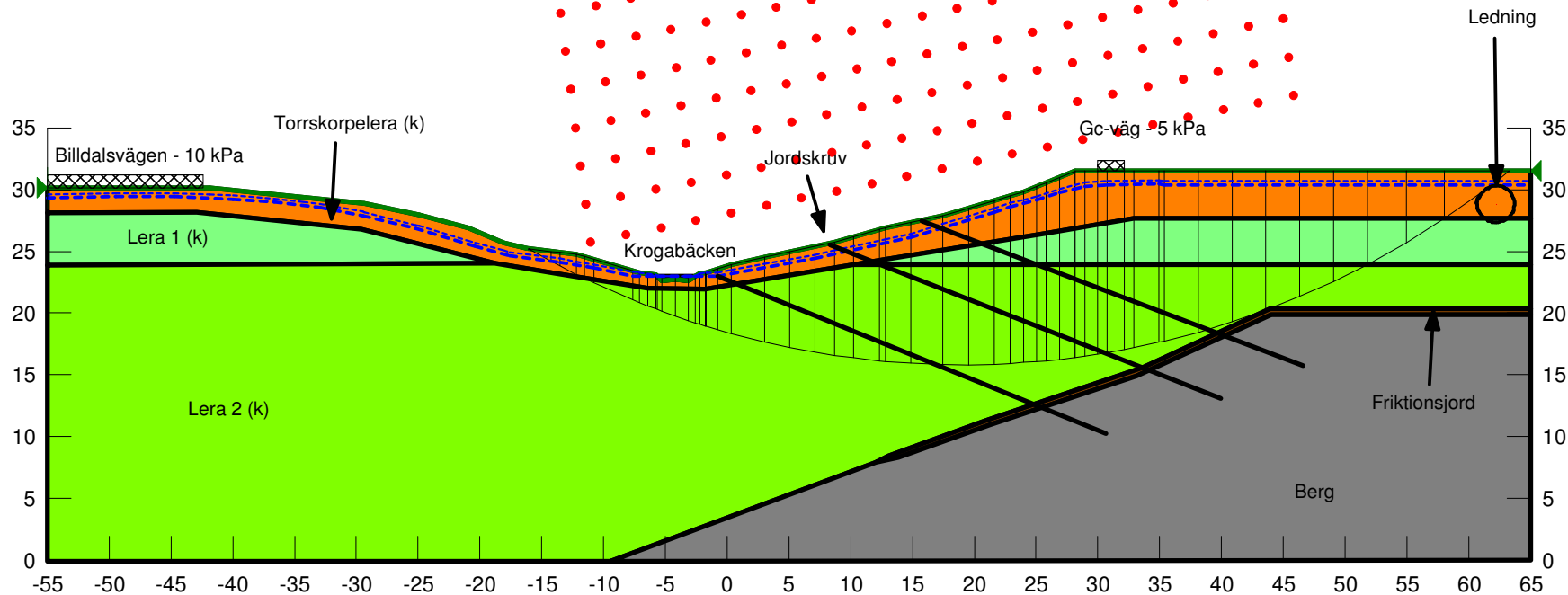
Description: Berg
Model: Bedrock

Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

Description: Fyllnadsmaterial
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 30

8. Uggledal

S256-K4 - Kombinerad analys
Åtgärd: Jordskruv
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (Optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line



Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35

Description: Lera1 (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 16.5
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 19
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Lera 2 (k)
Model: CombinedSFnDatum
Wt: 16.5
Phi: 30
Cu-Datum: 19
Cu-Rate Increase: 1.1
C/Cu Ratio: 0.1
Elevation: 24

Description: Torrskorpelera (k)
Model: CombinedSFnDepth
Wt: 17.5
Phi: 30
Cu-Top of Layer: 19
Cu-Rate Increase: 0
C/Cu Ratio: 0.1

Description: Berg
Model: Bedrock

Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807

8. Uggle dal

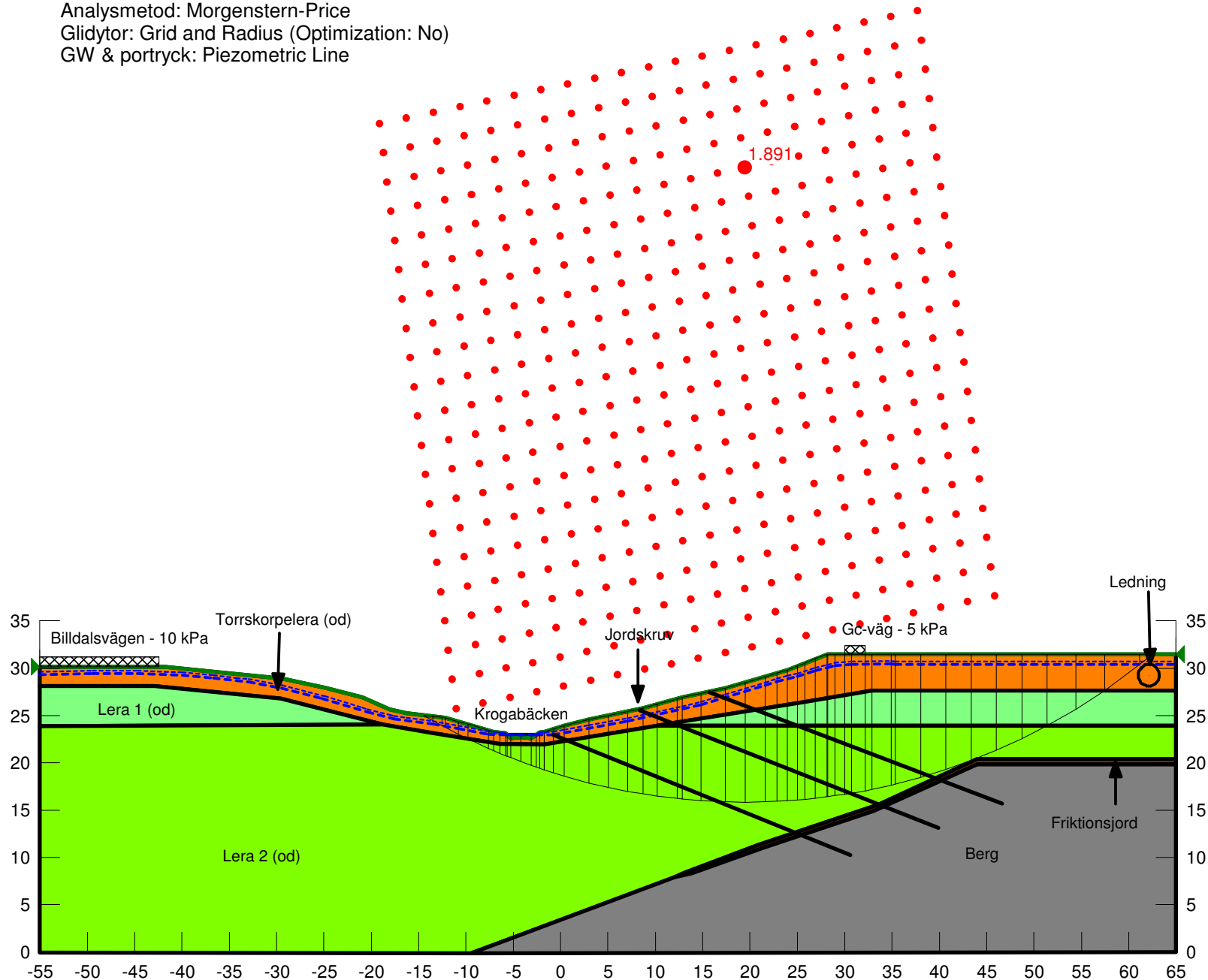
S256-K4 - Odränerad analys

Åtgärd: Jordskruv

Analysmetod: Morgenstern-Price

Glidytor: Grid and Radius (Optimization: No)

GW & portryck: Piezometric Line



Description: Friktionsjord
Model: MohrCoulomb
Wt: 20
Cohesion: 0
Phi: 35
Unit Wt. Above WT: 18

Description: Lera1 (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 16.5
Cohesion: 19

Description: Lera 2 (od)
Model: SFnDatum
Wt: 16.5
C-Datum: 19
C-Rate of Increase: 1.1
Limiting C: 0
Elevation: 24

Description: Torrskorpelera (od)
Model: UndrainedPhiZero
Wt: 17.5
Cohesion: 19

Description: Bedrock
Model: Bedrock

Description: Water
Model: NoStrength
Wt: 9.807