

PM Geoteknik

Stabilitetsutredning

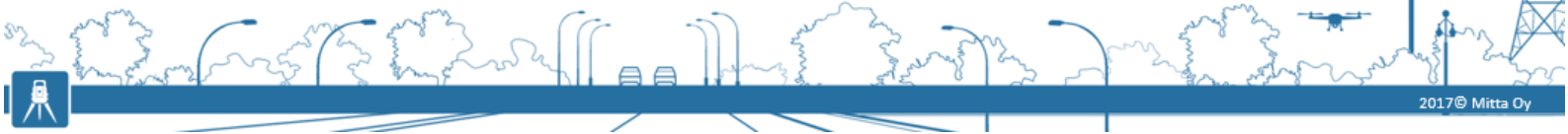
Nytt badhus

Framnäs



Ortofoto över Framnäs, Lidköping, med område för planerat badhus markerat i rött. Källa: Lantmäteriet (2025).

Datum: 2025-02-28	Rev. datum: 2026-03-26	Uppdragsnummer: 5003081
Upprättad av: Ludvig Berg		Granskad av: Anton Laitila



ADMINISTRATIVA UPPGIFTER

UPPDRAGSNAMN: Stabilitetsutredning, Nytt Badhus
Framnäs

UPPDRAGSNUMMER: 5003081
UPPRÄTTAD DATUM: 2025-02-28
REVIDERAD DATUM: 2026-03-26

BESTÄLLARE: Lidköpings kommun
BESTÄLLARENS OMBUD: Eric Alnemar

KONSULT: Mitta AB
Organisationsnummer:
556676-6647

Projektledare:
Anton Laitila

Handläggande geotekniker:
Ludvig Berg

Granskare:
Anton Laitila

INNEHÅLL

1	BAKGRUND OCH SYFTE	4
2	UNDERLAG	5
3	STYRANDE DOKUMENT	6
4	MARKFÖRHÅLLANDEN	6
4.1	TOPOGRAFI OCH YTBESKAFFENHET	6
4.2	JORDLAGERFÖLJD.....	7
4.3	GRUNDVATTEN	8
5	STABILITETSANALYS	8
5.1	ALLMÄNT	8
5.2	BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR	9
5.3	GEOTEKNISK KATEGORI OCH SÄKERHETSKLASS.....	10
5.4	GEOMETRI.....	10
5.5	LASTER	10
5.6	PORTRYCK	10
5.7	STABILITETSKRAV	10
5.8	VALDA VÄRDEN FÖR MATERIALPARAMETRAR	11
5.9	RESULTAT.....	12
5.10	OMRÅDESPÅVERKAN OCH BAKÅTGRIPANDE SKRED.....	13
6	SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER	18

Bilagor

Bilaga 1 – *Valda värden*

Bilaga 2 – *Val av erforderlig säkerhetsfaktor*

Bilaga 3 – *Stabilitetsberäkningar*

Bilaga 4 – *Planritning och enskilda borrhål (Bohusgeo, 2015)*

1 BAKGRUND OCH SYFTE

Mitta AB har, på uppdrag av Lidköpings kommun, genomfört en stabilitetsutredning inom detaljplanearbetet för del av Sannorna 5:1 i Framnäsområdet, centrala Lidköping där ett nytt badhus planeras. Utredningen syftar till att bedöma stabilitetsförhållandena i planområdet genom vidimerande stabilitetsberäkningar. Fokus ligger på släntstabiliteten mot Vänern samt risken för bakåtgripande skred från den närliggande båthamnen i nordost.

Mitta AB har tidigare utfört geotekniska undersökningar direkt väster om planområdet, vilka visar förekomst av extrem kvicklera. Detta innebär en förhöjd risk för skred och instabilitet, vilket gör det särskilt viktigt att utreda eventuella skred som kan initieras utanför planområdet och påverka stabiliteten inom det, för att säkerställa en långsiktigt stabil grundläggning för det planerade badhuset.

Strax norr om planområdet återfinns en vattendamm, och utanför denna löper en pålad betongkonstruktion med hårdgjorda gångtytor som nyligen anlagts, en så kallad strandpromenad vilken bedöms bidra till ökad stabilitet i området. Längre upp i nordostlig riktning ligger båthamnen, vars eventuella påverkan på stabiliteten genom bakåtgripande skred också behöver utredas. Stabilitetsutredningen omfattar därför en bedömning av stabilitetsförhållandena från det planerade badhusområdet ner mot vattendammen, strandpromenaden samt vidare mot Vänern.

Utredningen syftar vidare till att fastställa den maximala last som kan anbringas inom planområdet utan att risk för skred eller instabilitet uppstår ned mot dammen. Detta inkluderar en analys av hur byggnadens last påverkar markförhållandena samt en bedömning av eventuella åtgärder som kan krävas för att säkerställa tillräcklig stabilitet.

Utredningen grundar sig på tidigare geotekniska undersökningar utförda av Mitta AB i och direkt väster om aktuellt planområde, geotekniska undersökningar utförda av Bohusgeo AB samt på Sveriges Geotekniska Institutets (SGI) yttrande avseende stabilitetsförhållandena. I föreliggande PM redovisas genomförda stabilitetsberäkningar, beräkningsförutsättningar samt slutsatser avseende markens stabilitet inom och i anslutning till planområdet. En plankarta över området visas i figur 1.

- InSAR, Rymdstyrelsen.
- Uppgifter från Lidköpings kommun avseende tidigare genomförda stabilitetshöjande åtgärder i området kring båthamnen.

3 STYRANDE DOKUMENT

I Tabell 1 nedan redovisas styrande dokument för undersökningen.

Tabell 1. Planering och redovisning

Typ av utredning	Styrande dokument
Alla utredningar	SS-EN 1997-1 SS-EN 1997-2 IEG Rapport 2:2008, rev 3 IEG Rapport 4:2008, rev 1
Projektering	Skredkommissionens rapport 3:95 IEG Rapport 4:2010 TRVINFRA-00230

4 MARKFÖRHÅLLANDEN

4.1 Topografi och ytbeskaffenhet

Området för det planerade badhuset är relativt flackt med en marknivå på cirka +46,3. Närmare den nybyggda dammen ligger marknivån på ca +45,5. Marken för det planerade badhuset täcks huvudsakligen av träd, och en gångväg löper från nordväst till sydöst genom området. InSAR-mätningar över området visar att det inte har förekommit några betydande markrörelser i området sedan 2015. Detta framgår av Figur 2.



Figur 2. InSar-mätningar i närområdet.

4.2 Jordlagerföljd

Information om jordlagerföljden har erhållits ifrån fältundersökningar och laboriearbeten som Mitta utfört i och direkt väster om området. Denna information har värderats och analyserats varefter en bedömning av jordlagerföljden har gjorts för hela området. Här värderas resultat från utförda laborieundersökningar högst följt av fältanteckningar. Se markteknisk undersökningsrapport (MUR), Framnäs, Lidköping, daterad 2025-01-31 för en överblick av jordlagerföljden för hela området.

Jordlagerföljden utgörs övergripande av fyllningar på sand. Därunder följer mäktiga sediment av silt och lera. Jordlagerföljden bedöms vara likartad i hela planområdet.

4.2.1 Övre lager friktionsjord (sand)

I det övre jordlagret inom området påträffas huvudsakligen fyllningsmaterial av sand, grus och mulljord, med varierande mäktighet, cirka 0 till 1 meter. Större fyllningsmäktigheter återfinns främst vid anlagda ytor. Under fyllningen dominerar sandjord, vars innehåll av silt ökar med djupet.

4.2.2 Siltig lera

Lerlagret i området domineras av siltig lera med varierande sammansättning på olika nivåer. På ytligare nivåer består leran huvudsakligen av siltig lera med enstaka växtdelar. Med ökande djup förekommer tunna sandskikt och sandkörtlar, och leran blir gradvis mer sandig och siltig. På större djup finns även inslag av både sandig lera och grå, något sandig, lerig silt.

I Tabell 2 redogörs en mer detaljerad lagerindelning baserad på resultat av rutinanalyser på ostörda jordprover.

Tabell 2: Jordlagerföljd utifrån ostörda provtagningar och laborieundersökningar.

Nivå (m u my)	Beskrivning
4	Bedöms i huvudsak som grå siltig lera. Även enstaka växtrester förekommer.
8	Bedöms i huvudsak som siltig lera. Även enstaka tunna sandskikt förekommer.
12	Bedöms i huvudsak som siltig lera. Även enstaka tunna sandskikt förekommer. Troligtvis följer mellan 12 – 16 meter ett jordlager av annan karaktär än tidigare jordlager.
16	Bedöms både som sandig siltig lera och grå ngt. sandig lerig silt. Även enstaka tunna sandskikt förekommer. Troligtvis följer mellan 16 – 20 meter ett jordlager av annan karaktär än tidigare jordlager.
20	Bedöms både som sandig siltig lera och grå ngt. sandig lerig silt. Även enstaka tunna sandskikt/sandkörtlar förekommer.

4.3 Grundvatten

De geohydrologiska förhållandena har bedömts utifrån fem grundvattenrör placerade strax väster om planområdet för badhuset. Grundvattennivåerna uppmättes vid ett tillfälle den 4 maj 2021. Generellt bedöms grundvattennivån ligga omkring 1,0–1,5 meter under markytan, med undantag för provpunkt 21M029 där nivån noterades till 2,65 meter under markytan.

Utöver dessa mätningar har även detaljerade data från Ensucons kontrollprogram för grundvatten beaktats. Dessa data visar på variationer i grundvattennivån över året från 0,7 till 1,0 m under markytan.

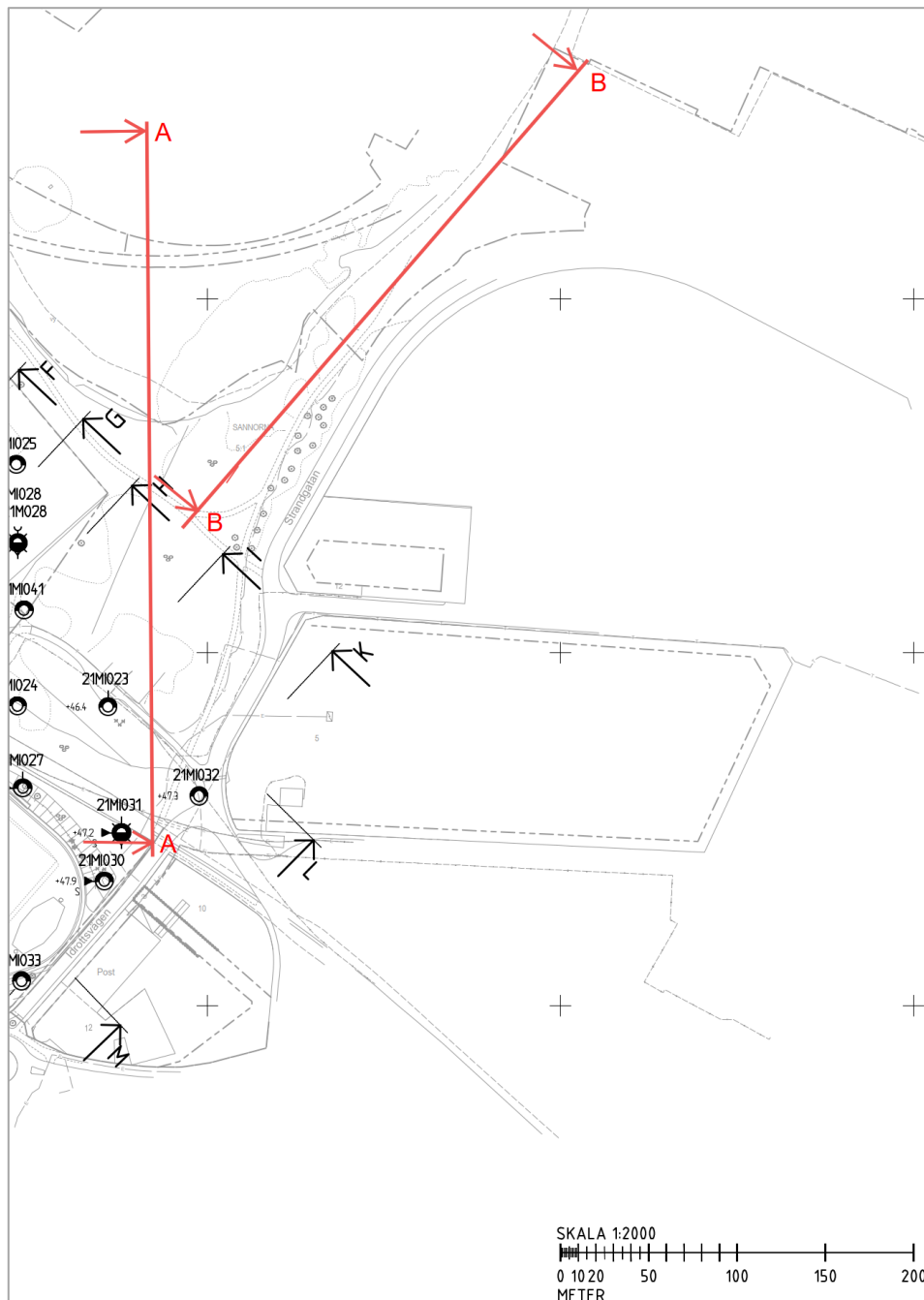
De grundvattennivåer som använts i beräkningarna har gjorts genom en sammanvägning av observationer från både Mitta och Ensucon.

5 STABILITETSANALYS

5.1 Allmänt

Stabiliteten har analyserats i en sektion nordlig riktning (sektion A-A) ned mot dammen och Väneren. Vidare har risken för bakåtgripande skred från båthamnen i nordöst utvärderats (sektion B-B). Beräkningssektionernas läge framgår av Figur 3.

Beräkningar har utförts enligt totalsäkerhetsmetoden med karakteristiska värden på materialegenskaper och laster.



Figur 3. Planritning med vald sektion för stabilitetsberäkning samt sektion för bakåtgripande skred.

5.2 Beräkningsförutsättningar

Beräkningarna har utförts enligt beräkningsgången i IEG Rapport 4:2010.

Stabilitetsberäkningarna har utförts med hjälp av datorprogrammet SLOPE/W GeoStudio 2024.2.0, version 24.2.0.298. I Slope/W beräknas säkerhetsfaktorer mot skred med jämviktsekvationer i det vertikala planet.

I de aktuella analyserna har plana (block) och cirkulärcylindriska glidytor beräknats med Morgenstern-Prices lamellmetod. Beräkningarna har utförts för dränerad och kombinerad analys. Inga tredimensionella effekter har tagits med i beräkningarna.

5.3 Geoteknisk kategori och säkerhetsklass

Stabilitetsberäkningar är utförda för permanentsskedet, i geoteknisk kategori 2 (GK2) och säkerhetsklass 2 (SK2).

5.4 Geometri

Marknivåer inom planområdet har hämtats från primärkarta tillhandahållen av Lidköpings kommun (daterad 2024-10-24). Som komplement har inmätta marknivåer från de geotekniska fältundersökningarna beaktats för att säkerställa aktuell och tillräckligt noggrann höjdinformation inom området.

Primärkartan innehåller även uppgifter om bottennivåer i Vänern, redovisade till ett avstånd om cirka 400 meter utanför strandlinjen. Inmätningarna har utförts manuellt med totalstation, både till fots och från båt. Dessa uppgifter har använts som underlag för att definiera bottengeometrier i stabilitetsmodellerna.

Vattendammen intill betonggångvägen antas vara 2 m djup med lutningen 1:3.

5.5 Laster

Lasten har successivt ökats tills dess att gränsen för fullgod stabilitet har uppnåtts för att bedöma vilken maxlast som kan anbringas planområdet för badhuset.

Efter synpunkter från SGI har stabilitetsberäkningarna kompletterats med representativa marklaster för befintliga förhållanden vid dammens släntkrön. För det anlagda gångstråket har en ytlast på 5 kPa antagits, och för den befintliga byggnaden har en ytlast på 10 kPa antagits, motsvarande ett hus i en våning.

5.6 Portryck

En hydrostatisk portrycksprofil har valts.

Dammen antas i beräkningarna vara helt torrlagd, vilket normalt ger det dimensionerande fallet och bedöms vara på säker sida.

Vattenståndet i Vänern är antagen till +43,7 vilket motsvarar lägsta vattenstånd efter reglering sedan 1937 enligt statistik för Vänern från SMHI.

5.7 Stabilitetskrav

Stabilitetsberäkningar har utförts med odränerad och kombinerad analys enligt IEG Rapport 4:2010. Beräkningar är utförda för nyexploatering med status detaljerad utredning, vilket innebär att erforderlig säkerhetsfaktor ska uppgå minst inom spannet $F_c \geq 1,7 - 1,5$ vid odränerad analys och $F_{komb} \geq 1,5-1,4$ vid kombinerad analys.

Val av slutgiltig erforderlig säkerhetsfaktor baseras på ett antal olika gynnsamma respektive ogynnsamma faktorer. I Bilaga 2 redogörs en sammanställning, samt värdering och val av erforderliga säkerhetsfaktorer, utifrån dessa faktorer. För aktuell markanvändning och detaljnivå på utredning erhöles erforderliga säkerhetsfaktorer på $F_c \geq 1,58$ för odränerad analys respektive $F_{komb} \geq 1,44$ för kombinerad analys.

5.8 Valda värden för materialparametrar

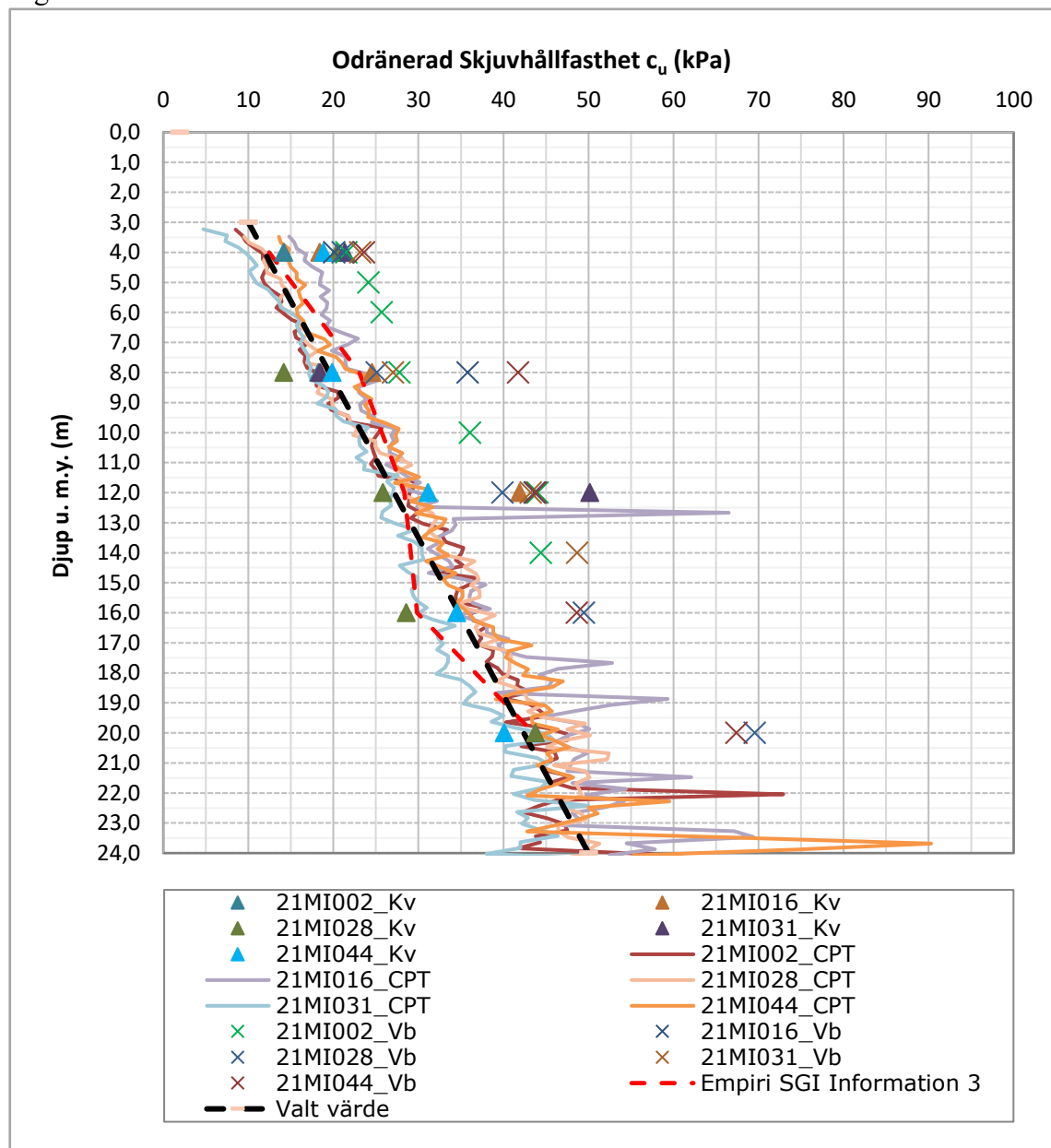
5.8.1 Övre lager av friktionsjord (sand)

Vid val av materialparametrar har stöd tagits från markteknisk undersökningsrapport (MUR), Framnäs, Lidköping, daterad 2025-01-31. Friktionsjordens egenskaper har huvudsakligen utvärderats från tryck- och viktsonderingar.

Friktionsvinkeln på det övre sandlagret har valts till $\phi'=33^\circ$. Den valda friktionsvinkeln i de olika lagren antas vara konstant med djupet. Tungheten på lagren antas utifrån empiri uppgå till 18 kN/m^3 enligt Tabell A1-1 i TRVINFRA-00230.

5.8.2 Siltigt lerlager

Värden för lerlagrets odränerade skjuvhållfasthet har bestämts utifrån härledda värden från CPT-sonderingar och vingförsök utförda i fält och rutinanalyser utförda i laboratorium. Den valda skjuvhållfastheten är markerad med svartstreckad linje, se Figur 4.



Figur 4: Härledda värden för odränerad skjuvhållfasthet och valt värde.

Större vikt har lagts vid utförda CPT-sonderingar, dels för att värdena sammanfaller bättre med de hållfastheter som utvärderas empiriskt med ledning av förkonsolideringstryck och flytgräns (röd streckad linje), dels för att det ger ett konservativt valt värde av hållfasthet och beräkningar på säker sida.

För dränerad skjuvhållfastheten som används vid kombinerad analys antas att:

- Inre friktionsvinkel, $\varphi' = 30^\circ$,
- Kohesionsintercept, $c' = 0,1 \times c_u$

där c_u är valda värden för odränerad skjuvhållfasthet.

Tungheten på lagret sätts till 17 kN/m vilket är ett medelvärde baserat på samtliga uppmätta skrymdensiteter på ostörda jordprover.

5.8.3 Underliggande friktionsjord

Friktionsvinkeln i underliggande friktionsjord ansätts till 38 grader och tungheten till 20 kN/m².

5.8.4 Övriga antaganden/förutsättningar

Nedan listas övriga antaganden för stabilitetsberäkningarna:

- Beräknade glidytor har begränsats till att ligga som närmast 2 m under markytan.
- Inga 3D-effekter är beaktade, vilket i detta fall ger beräkningar på säker sida.
- Befintliga marknivåer i beräknade sektioner är hämtade från nivåkurvor på primärkartan.

5.8.5 Sammanställning av valda värden

I Tabell 3 redogörs en sammanställning av valda materialparametrar för stabilitetsberäkningarna (sektion A). Samtliga diagram över övriga härledda och valda värden redovisas i Bilaga 1.

Tabell 3. Valda materialparametrar för stabilitetsanalys, karakteristiska värden i norr.

Jordlager	Materialegenskap	Karakteristiskt värde, X_k
Sand	Tunghet, γ Friktionsvinkel, φ'	18 kN/m ³ 33°
Siltig lera	Tunghet, γ Friktionsvinkel, φ' Odränerad skjuvhållfasthet, c_u Kohesionsintercept, c'	17 kN/m ³ 30 ° 10+1,9*z kPa (där z=0 i ö.k. av lerlagret) 0,1*c _u
Friktionsjord	Tunghet, γ Friktionsvinkel, φ'	20 kN/m ³ 38°

5.9 Resultat

Med en utbredd last på 50 kPa så uppfylls kraven på säkerhetsfaktor $F_c \geq 1,7$ och $F_{komb} \geq 1,5$ i planområdet.

En sammanställning över beräknade säkerhetsfaktorer med totalsäkerhetsmetoden redovisas i Tabell 4. Samtliga beräkningar redogörs i sin helhet i Bilaga 3.

Tabell 4. Sammanställning av beräknade säkerhetsfaktorer. Förklaring till färgkodning ges i nedre delen av tabellen.

Sektion	Odränerad, F_c	Kombinerad, F_{komb}	Bilaga 2 Sid.nr.
A-A	1,62	1,56	1-2
Krav	1,58	1,44	
Uppfyller ej krav			
Uppfyller krav			

5.10 Områdespåverkan och bakåtgripande skred

Vid stabilitetsbedömning av planområdet har även tänkbara slänter utanför planområdet beaktats, vilka indirekt skulle kunna påverka planområdet genom ett bakåtgripande skredförlopp.

Området kring Vänern är väl dokumenterat avseende bottengeometrier, och tillgängligt underlag visar att det inte förekommer några branta undervattensslänter i direkt anslutning till planområdet som motiverar särskilda stabilitetsanalyser.

Däremot förekommer slänter i anslutning till småbåtshamnen strax nordost om planområdet med nivåskillnader som motiverar en kontroll. Mot bakgrund av förekomsten av högsensitiv lera i området har risken för bakåtgripande skred från dessa slänter bedömts särskilt.

I områden kring vattendrag kan bakåtgripande skred inträffa om ett initialscred sker vid eller under strandlinjen där högsensitiv eller kvick lera förekommer. Som en konservativ första ansats antas att ett initialscred inträffar i småbåtshamnen längre upp i nordost (sektion B–B), det vill säga att säkerhetsfaktorn för ett initialscred antas vara $< 1,0$.

Antagandet görs trots att Lidköpings kommun tillhandahållit underlag som visar att stabilitetshöjande åtgärder har utförts i småbåtshamnen. Syftet är att i första hand kontrollera om utbredningen av ett eventuellt bakåtgripande skred överhuvudtaget kan nå planområdet. Vid betryggande avstånd behöver således inte stabiliteten vid småbåtshamnen verifieras ytterligare med beräkningar.

För att beräkna utsträckningen av ett eventuellt bakåtgripande skred har metodik enligt GÅU delrapport 32 använts, vilken behandlar utbredningen av sekundära skredförlopp i Göta älv.

5.10.1 Jordlagerförhållanden och undersökningsdata

Jordlagerföljden i området mellan småbåtshamnen och planområdet utgörs av fyllning och/eller friktionsjord ovan mäktiga lager av lera, vilket överensstämmer med förhållandena inom planområdet.

Som underlag för bedömningen har ett omfattande antal geotekniska undersökningar utförda av Bohusgeo (2015) inventerats och sammanställts. Underlaget inkluderar ett stort antal CPT-sonderingar, vingförsök samt ostörda prover som analyserats i laboratorium.

Ett urval av de mest relevanta undersökningarna samredovisas med undersökningsdata från planområdet och redovisas i Bilaga 1.

Bohusgeos undersökningsritningar, inklusive planritning samt enskilda borrhålsredovisningar, redovisas i Bilaga 4. De enskilda borrhålsredovisningarna omfattar undersökningspunkter i serie 5XX. För övriga undersökningspunkter har enbart planinformation varit tillgänglig.

Lerans egenskaper i de båda områdena överensstämmer väl och följer liknande trender med djupet. Det kan dock noteras att den uppmätta sensitiviteten generellt är något lägre i området mot småbåtshamnen, medan den odränerade skjuvhållfastheten generellt är något högre.

5.10.2 Sensitivitet

Sensitiviteten har särskilt studerats eftersom den är avgörande vid analys av bakåtgripande skredförlopp.

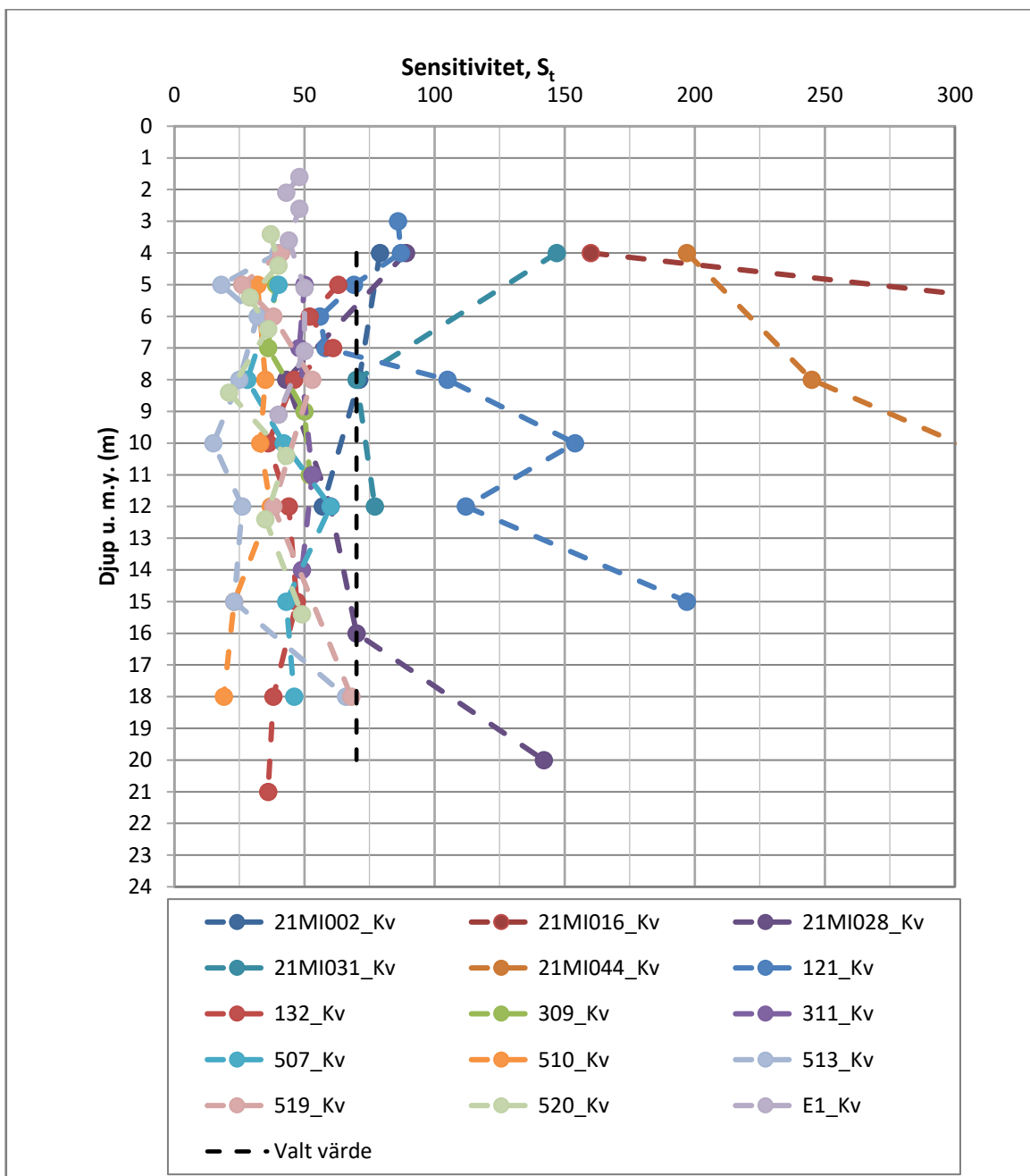
Totalt har cirka 70 ostörda prover analyserats i 9 punkter inom området mellan småbåtshamnen och planområdet.

Uppmätta värden på lerans sensitivitet ligger genomgående i intervallet:

St \approx 20–70

Dessa värden indikerar högsensitiv lera, men inte förekomst av extremt kvick lera.

Lokalt i borrhållpunkt 121 har dock värden mellan 100–200 uppmätts, men denna punkt är belägen utanför aktuellt område, närmare strandlinjen i Vänern, och bedöms inte vara representativ för stråket mellan småbåtshamnen och planområdet.



Figur 5. Sammanställning av uppmätta värden på sensitivitet och valt värde

5.10.3 Metodbeskrivning

Analys av bakåtgripande skred har genomförts enligt metodik i enlighet med rekommendationer i GÄU delrapport 32, där skredets utbredning relateras till slänthöjd och lerans sensitivitet genom en begränsningslinje med lutningen $1/n$. Faktorn n utvärderas enligt Figur 6. Principen illustreras i Figur 7. Avståndet från slänten blir då faktorn "n" multiplicerat med slänthöjden.

Slänthöjden har ansatts som lägsta uppmätta bottennivån i båthamnen enligt primärkartan +41,2 och planområdets högsta höjd +46,4.

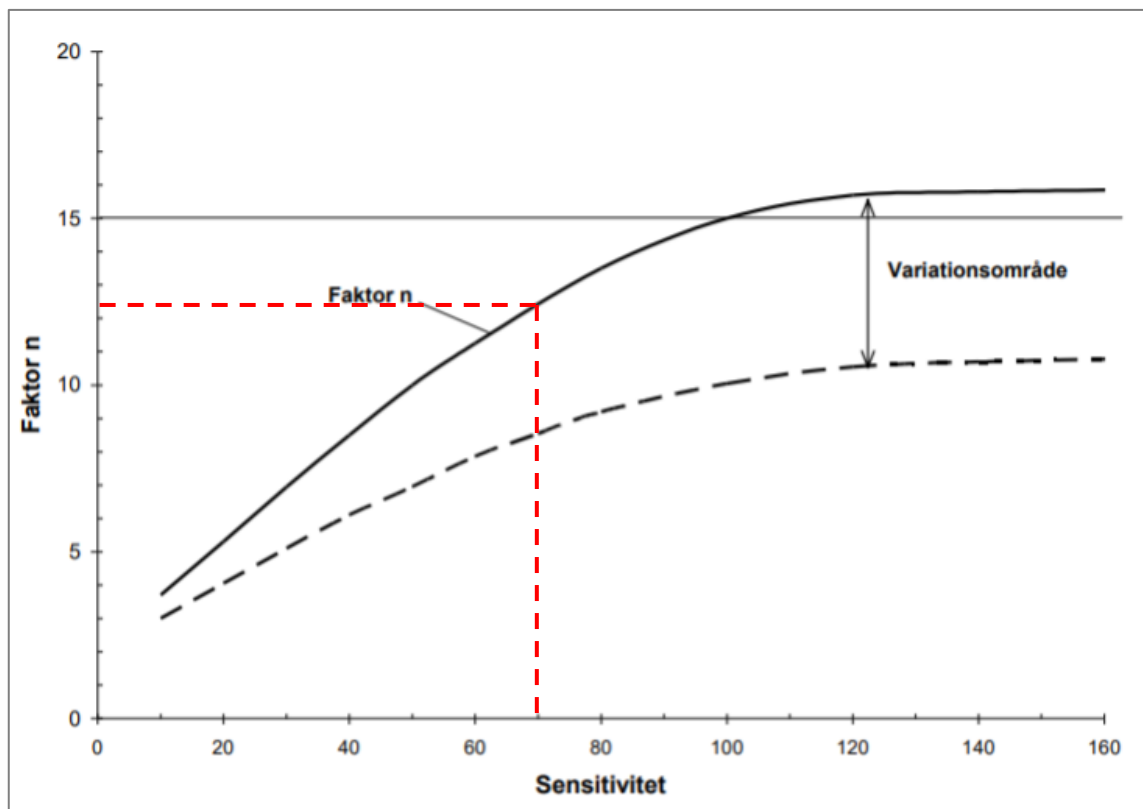
Vid analysen har sensitiviteten valts representativt för initieringsområdet vid småbåtshamnen samt för stråket mellan småbåtshamnen och planområdet. Mot bakgrund av variationen i uppmätta värden har sensitiviteten konservativt ansatts till:

St = 70

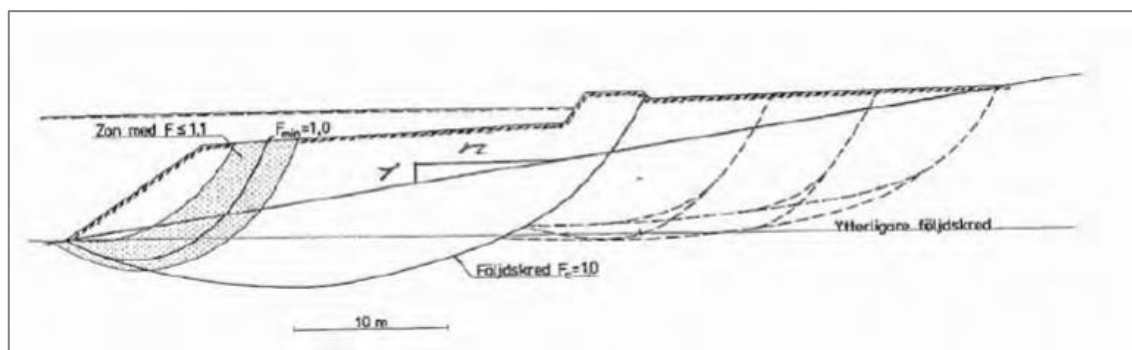
vilket bedöms representera ett värsta scenario för området.

Vidare tillgodoses inte den stabiliserande effekten av det överlagrande friktionsjordslaget (3-5 m) i analysen.

Bakåtgripande skred är aktuellt i sektioner där den initiala säkerhetsfaktorn underskrider 1,2 vid kombinerad analys och 1,3 vid odränerad analys (rekommendationer från GÄU delrapport 32). Enligt tillgängligt underlag bedöms säkerhetsfaktorerna i båthamnen i verkligheten vara högre än dessa nivåer. I denna utredning antas dock, av konservativa skäl, att ett initialskred inträffar i sektion B-B.



Figur 6. Diagram för bedömning av faktor n med ledning av sensitivitet (GÄU – delrapport 32).



Figur 7. Princip för utvärdering av skredutbredning enligt metodik GÄU delrapport 32.

5.10.4 Analys och resultat

I Tabell 5 redogörs bedömt avstånd för utbredning av bakåtgripande skred samt det faktiska avståndet till planområdet.

Tabell 5. Bedömd utbredning av sekundära skred (avstånd från släntfot).

Sektion	n	Slänthöjd från båthamn till planområde (m)	Utbredning från släntfot (m)	Faktiskt avstånd till planområde (m)
B-B	12,2	5,2	63,4	200

5.10.5 Bedömning av stabilitet vid skredets bakkant

Området bakom den beräknade begränsningslinjen (skredkanten) utgörs av flack och i huvudsak obelastad mark, utan förekomst av branta slänter eller yttre belastningar som skulle kunna bidra till att initiera ytterligare skred eller förlänga ett pågående skredförlopp.

Det finns heller inga indikationer i det geotekniska underlaget på att jordegenskaperna i detta område avviker på ett sådant sätt att skredförloppet skulle utvecklas längre än vad analysen visar.

Mot denna bakgrund bedöms att ett bakåtgripande skred från småbåtshamnen begränsas till det område som framgår av analysen.

5.10.6 Slutsats

Planområdet är beläget på ett avstånd om cirka 200 m från småbåtshamnen, vilket motsvarar drygt tre gånger den beräknade skredutbredningen.

Med hänsyn till:

- genomförd analys av bakåtgripande skred ($\approx 63,4$ m)
- konservativa antaganden i analysen, inklusive antaget initialscred
- uppmätta jordegenskaper i området ($St \approx 20-70$)
- avsaknad av extremt kvick lera inom aktuellt stråk

- flack terräng och avsaknad av ogynnsamma belastningar bakom den teoretiska skredkanten

bedöms att planområdet ligger med god marginal utanför det område som kan påverkas av ett bakåtgripande skred.

Planområdet bedöms därmed inte påverkas av skred som initieras i området kring småbåtshamnen, vare sig under skredförloppet eller efter att ett nytt jämviktsläge uppnåtts.

6 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

Stabiliteten i planområdet för det planerade badhuset uppfyller kraven enligt IEG Rapport 4:2010 med en utbredd last på **50 kPa**.

De beräknade säkerhetsfaktorerna för sektion A-A uppgår till $F_c = 1,62$ och $F_{komb} = 1,56$, vilket överstiger de ställda kraven på $F_c \geq 1,58$ och $F_{komb} \geq 1,44$.

Planområdet är mycket flackt, vilket förklarar de höga säkerhetsfaktorerna trots att leran har relativt låg skjuvhållfasthet och är högsensitiv.

Utifrån tillgängligt geometriskt underlag bedöms bottengeometrin i Vätern vara flack. Mot bakgrund av inmätningarnas täthet och utbredning i plan bedöms det kunna uteslutas att branta undervattensslänter förekommer inom eller i direkt anslutning till det studerade området. Underlaget bedöms därmed vara tillräckligt för att på ett tillförlitligt sätt kunna bedöma stabilitetsförhållandena inom ramen för detaljplanarbetet.

Begränsning av byggnadslaster: Det rekommenderas att den totala utbredda ytlasten inte överstiger **50 kPa** för att bibehålla erforderlig stabilitet inom planområdet. Som vägledning motsvarar detta ungefär 2,5 m uppfyllnad alternativt en femvåningsbyggnad.

Badhuset planeras grundläggas på pålar som innebär att lasten från byggnaden kommer föras ned till djupare liggande jordlager, vilket är gynnsamt för stabiliteten. Pålar som skär genom potentiella glidytor kan dessutom ha en förbättrande inverkan på stabiliteten. Detta har inte beaktats i beräkningarna.

Förmodligen går det att öka maxlasten som kan anbringas planområdet med hänsyn till totalstabiliteten ned mot dammen om man gör en noggrannare analys vid val av säkerhetsfaktor för odränerad och kombinerad analys. Risker finns dock att man kan få betydande problem med sättningar och även bärighet.

Analys av **bakåtgripande skred** har genomförts enligt vedertagen metodik med konservativa antaganden, där ett initialskred i småbåtshamnen har förutsatts.

Den beräknade maximala utbredningen uppgår till cirka 63,4 m. Uppmätta jordegenskaper inom området mellan småbåtshamnen och planområdet överensstämmer med de antaganden som legat till grund för analysen och ger inget stöd för att skredets utbredning skulle vara större än den beräknade.

Planområdet är beläget på ett avstånd om cirka 200 m från småbåtshamnen, vilket motsvarar drygt tre gånger den beräknade skredutbredningen.

Mot denna bakgrund bedöms att bakåtgripande skred från småbåtshamnen inte påverkar planområdet, vare sig under skredförloppet eller i ett efterföljande jämviktsläge.

Sammanfattningsvis visar genomförda analyser att det planerade badhuset kan uppföras inom planområdet utan att oacceptabel risk för skred föreligger, förutsatt att byggnadslaster hålls inom de rekommenderade gränserna

MEASURING THE WORLD



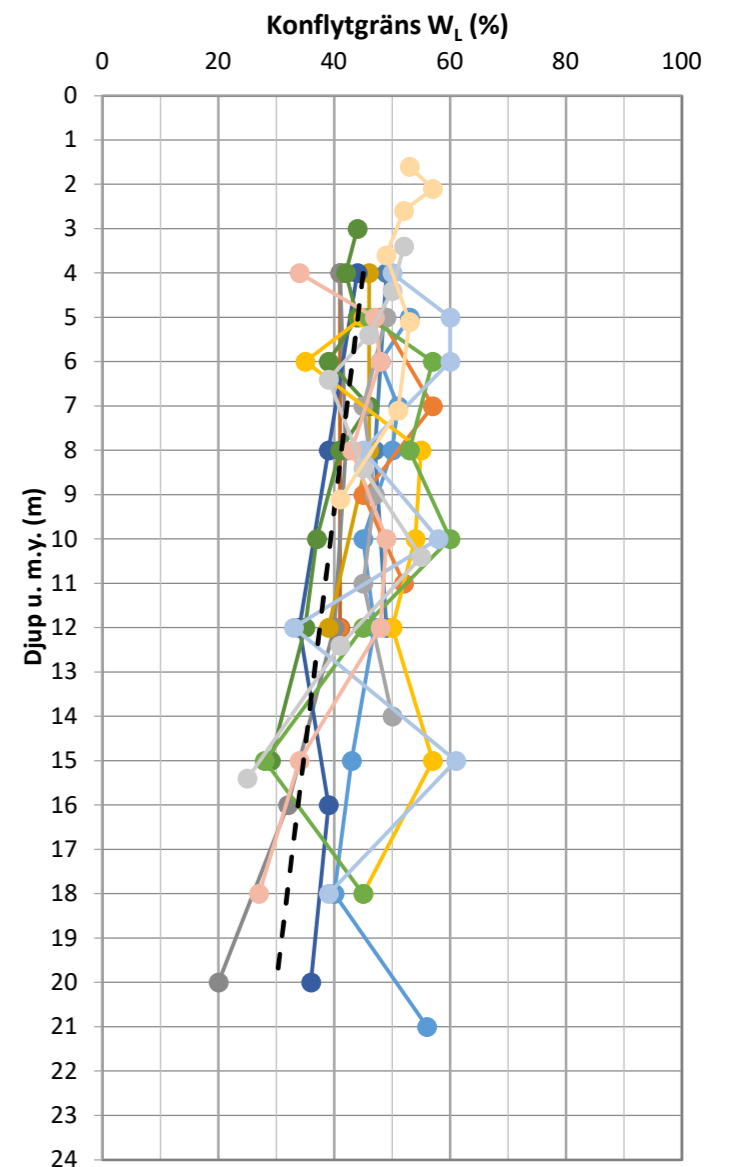
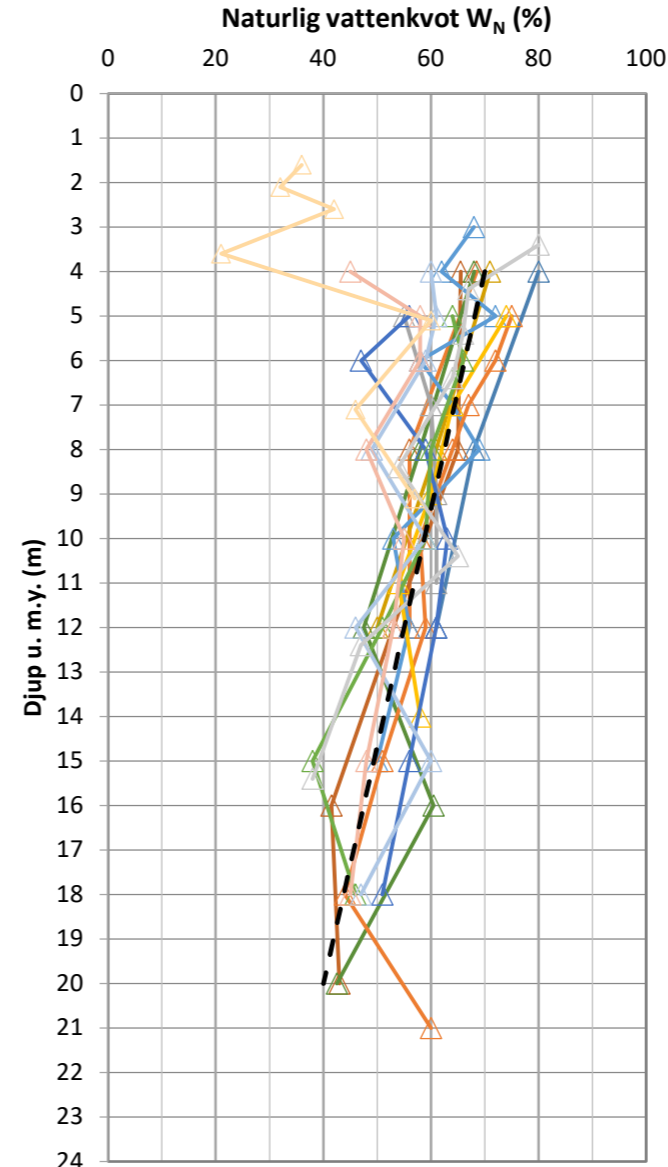
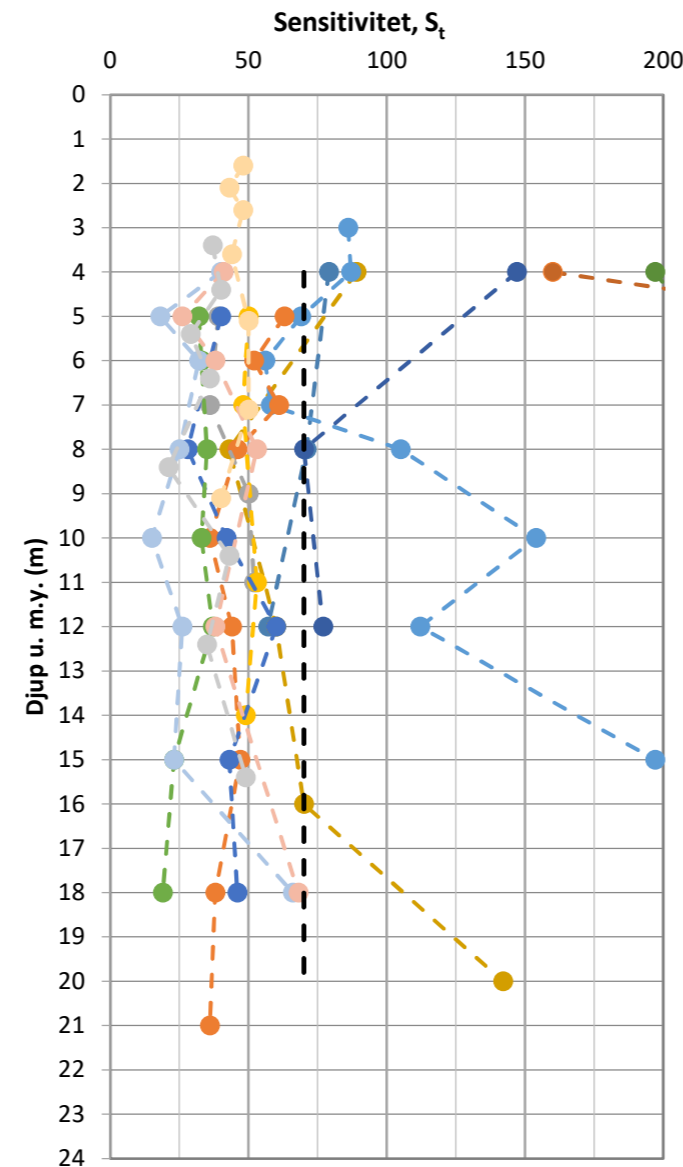
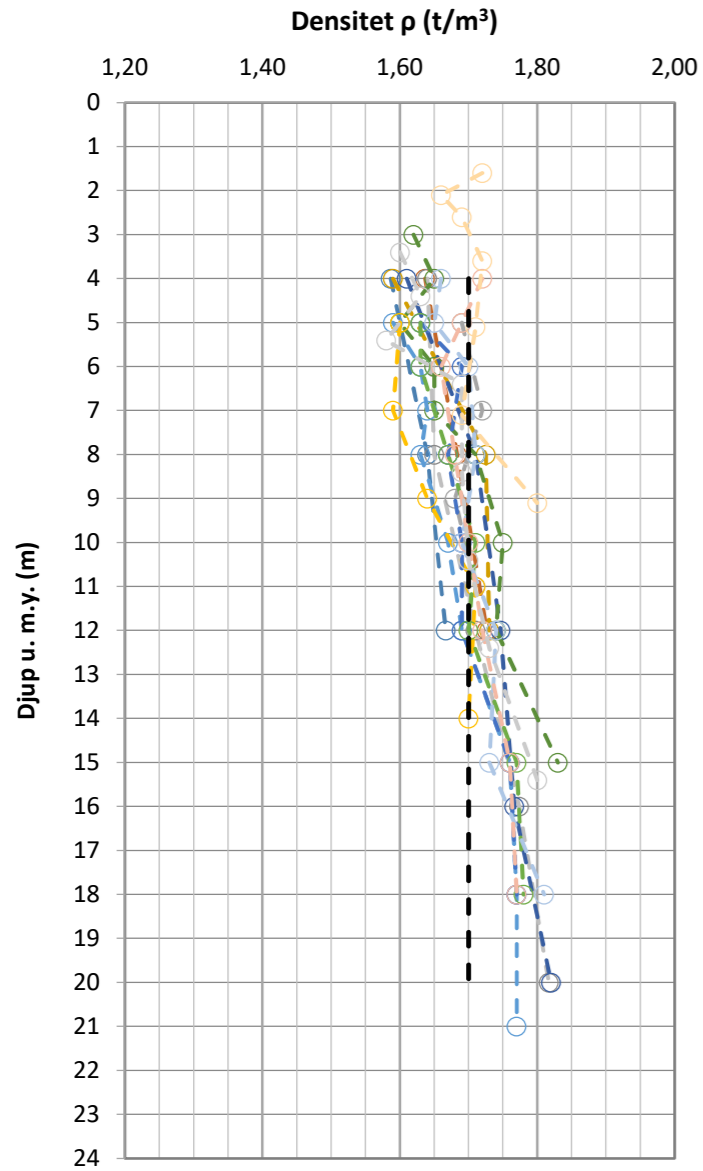
Nytt badhus, Framnäs

Densitet, sensitivitet, naturlig vattenkvot och konflytgräns

Valda värden



2026-03-26



- | | |
|----------------|------------------|
| —○— 21MI002_Kv | —○— 21MI016_Kv |
| —○— 21MI028_Kv | —○— 21MI031_Kv |
| —○— 21MI044_Kv | —○— 121_Kv |
| —○— 132_Kv | —○— 309_Kv |
| —○— 311_Kv | —○— 507_Kv |
| —○— 510_Kv | —○— 513_Kv |
| —○— 519_Kv | —○— 520_Kv |
| —○— E1_Kv | — — • Valt värde |

- | | |
|----------------|------------------|
| —●— 21MI002_Kv | —●— 21MI016_Kv |
| —●— 21MI028_Kv | —●— 21MI031_Kv |
| —●— 21MI044_Kv | —●— 121_Kv |
| —●— 132_Kv | —●— 309_Kv |
| —●— 311_Kv | —●— 507_Kv |
| —●— 510_Kv | —●— 513_Kv |
| —●— 519_Kv | —●— 520_Kv |
| —●— E1_Kv | — — • Valt värde |

- | | |
|----------------|------------------|
| —△— 21MI002_Kv | —△— 21MI016_Kv |
| —△— 21MI028_Kv | —△— 21MI031_Kv |
| —△— 21MI044_Kv | —△— 121_Kv |
| —△— 132_Kv | —△— 309_Kv |
| —△— 311_Kv | —△— 507_Kv |
| —△— 510_Kv | —△— 513_Kv |
| —△— 519_Kv | —△— 520_Kv |
| —△— E1_Kv | — — • Valt värde |

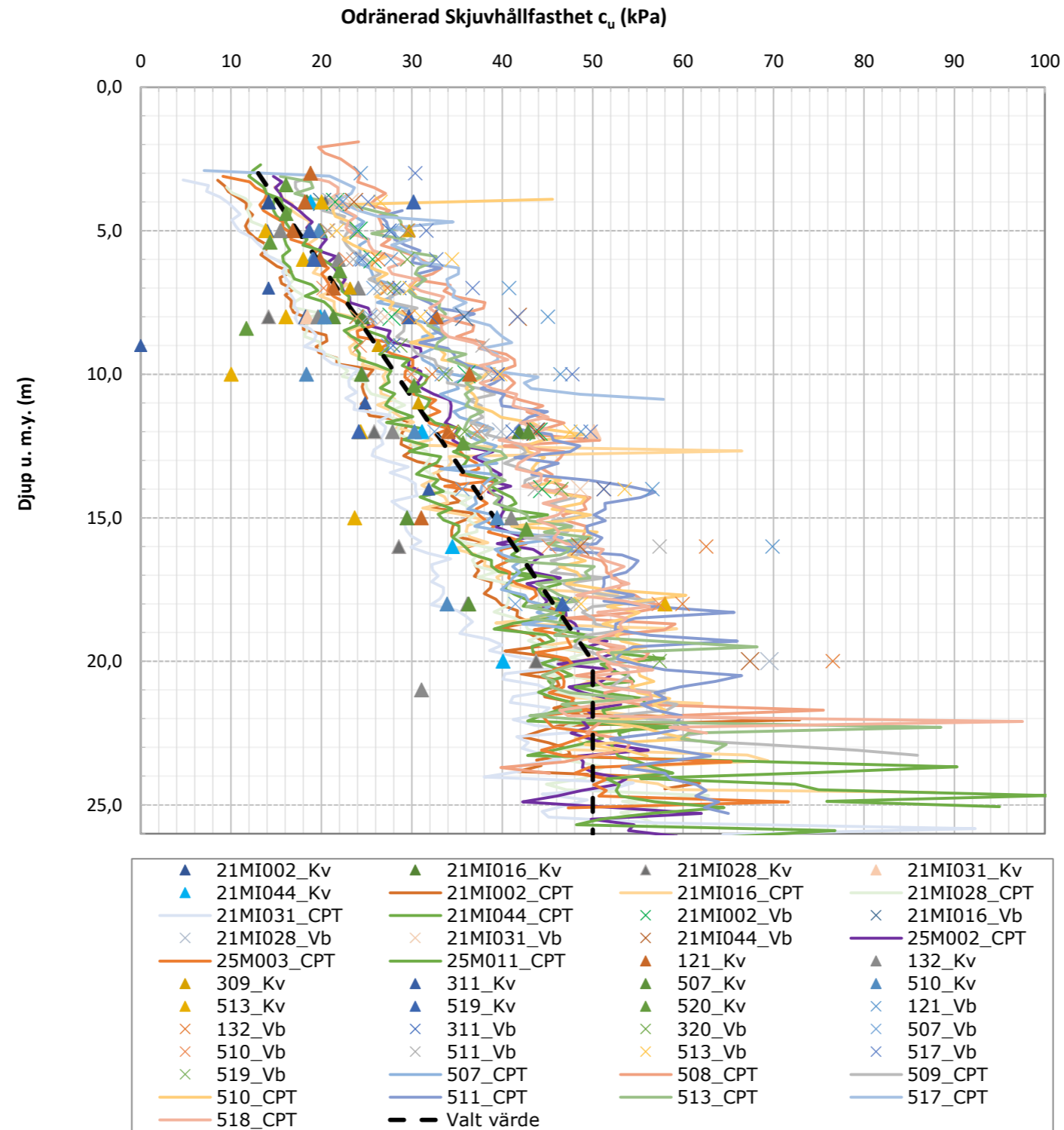
- | | |
|----------------|------------------|
| —●— 21MI002_Kv | —●— 21MI016_Kv |
| —●— 21MI028_Kv | —●— 21MI031_Kv |
| —●— 21MI044_Kv | —●— 121_Kv |
| —●— 132_Kv | —●— 309_Kv |
| —●— 311_Kv | —●— 507_Kv |
| —●— 510_Kv | —●— 513_Kv |
| —●— 519_Kv | —●— 520_Kv |
| —●— E1_Kv | — — • Valt värde |

Nytt badhus, Framnäs
Odränerad skjuvhållfasthet

Valda värden



2026-03-26



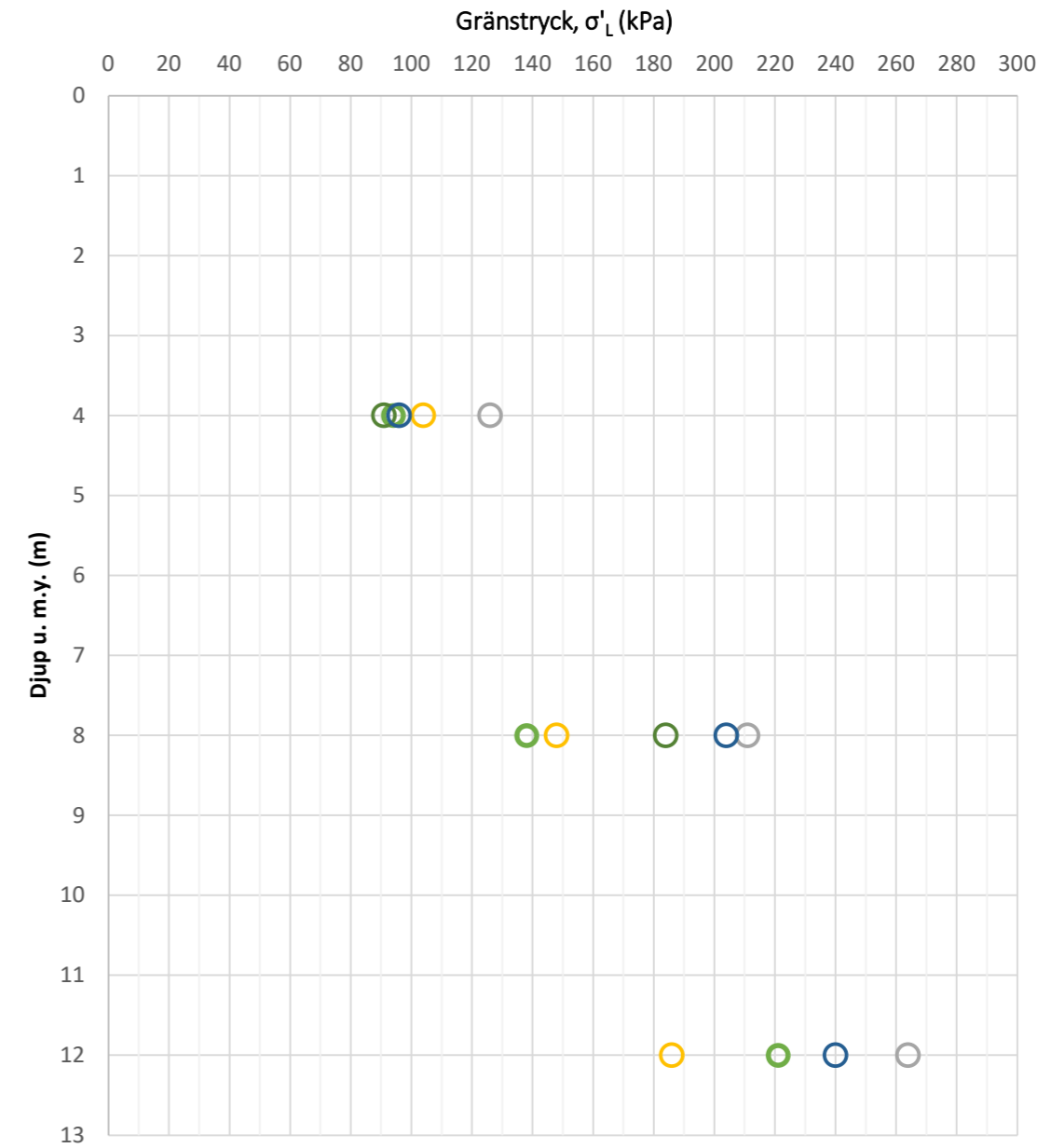
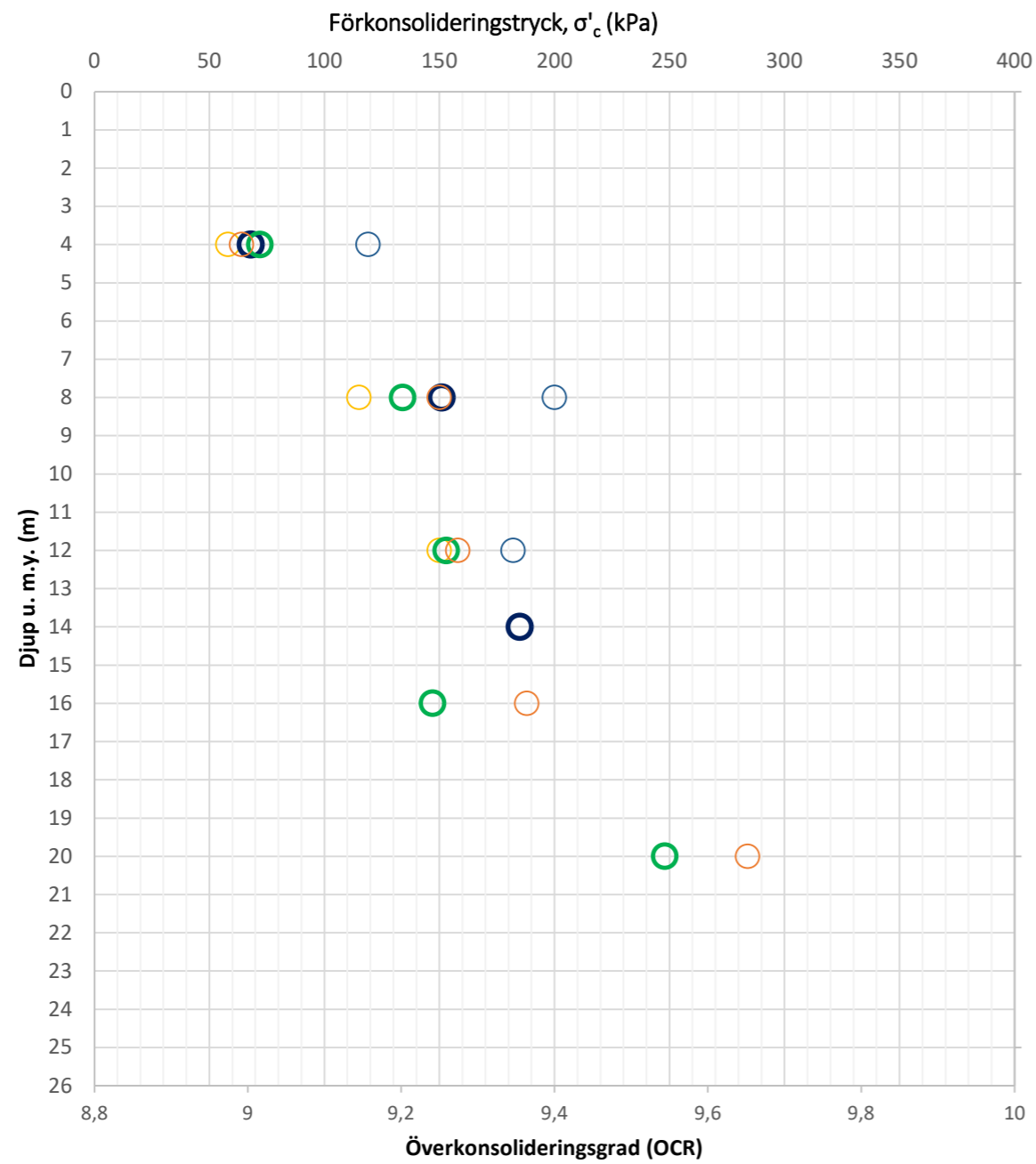
Nytt badhus, Framnäs

Förkonsolideringstryck σ'_c och gränstryck σ'_L

Valda värden



2026-03-26



Gynnsamma förhållanden	1/0	Vikt	Ogynnsamma förhållanden	1/0	Vikt
Konsekvenser av skred					
Ingen risk för människoliv och ringa ekonomisk skada			Risk för människoliv eller stor ekonomisk	1	1
Begränsad utbredning av skred	1	1	Risk för bakåtgripande skred		
Ingen risk för omgivningspåverkan eller sekundär påverkan			Risk för omgivningspåverkan eller sekundär påverkan	1	1
Ej kvicklera			Kvickleraområde enligt kap 4.4.3	1	1
Släntens beständighet					
Inga tecken på rörelser i slänten	1	0.9	Observerade rörelser i slänten, sprickbildning mm		
Ingen risk för ytvatten- och/eller yterosion			Risk för erosion/pågående ytvatten- och/eller yterosion		
Intakt gräs-, busk-, eller trädvegetation	1	0.9	Vegetationsfria eller avverkade områden alt. Lutande och/eller nedfallna träd		
Tidigare förändringar i slänten					
Utlagda fungerande erosionsskydd			Pågående erosion		
Utförda stabilitetsförbättrande åtgärder			Ingrepp som försämrat stabiliteten		
Belastningsminskningar			Belastningsökningar		
Gynnsam reglering av vattendrag			Ogynnsam reglering av vattendrag		
Jordens egenskaper					
Friktionsjordar			Kohesionsjordar	1	0.8
Låg sensitivitet			Hög sensitivitet	1	0.8
Liten spridning i bestämda hållfasthetsegenskaper	1	0.8	Stor spridning i bestämda hållfasthetsegenskaper		
Homogen jord	1	0.8	Skiktade jordar		
Analys- och beräkningsarbetets tillförlitlighet					
Stort antal beräknade glidytor			Litet antal beräknade glidytor	1	0.7
Känslighetsanalys utförd på valda parametrar			Ingen känslighetsanalys utförd på valda parametrar	1	0.7
Samtidigt valda ogynnsammaste extremvärden för last, portryck och vattenstånd. Ringa sannolikhet för att vald kombination inträffas samtidigt	1	0.7	Vald kombination för last, portryck och vattenstånd motsvarar normaltillståndet för slänten		
Utförd känslighetsanalys av svårtolkade förutsättningar ger endast ringa förändring på beräkningsresultatet			Utförd känslighetsanalys av svårtolkade förutsättningar ger betydelsefull förändring av beräkningsresultat		
Kritiska glidyten omfattar mycket stor jordvolym med ett stort antal hållfasthetsbestämningar och mindre glidytor har god beräkningsmässig säkerhet.			Kritiska glidyten omfattar mindre jordvolym med ett fåtal hållfasthetsbestämningar.		
Förhållandena är enkla med små variationer i yta, jordlagerföljd eller hållfasthet	1	0.7	Förhållandena är komplicerade med stora variationer yta, jordlagerföljd eller hållfasthet.		
Glidyten läge i plan vald i farligaste delen ur stabilitetssynpunkt	1	0.7	Glidyten läge i plan representerar släntens genomsnittliga geometri		
2-dimensionell analys (som regel något på säkra sidan)	1	0.7	3-dimensionell analys (begränsad erfarenhet för stora slänter)		

Fält- och laboratorieundersökningens innehåll och omfattning					
Tätt undersökt, dvs undersökningarna ger bra geotekniskt underlag av hela utredningsområdet	1	0.6	Glest undersökt vilket kräver antaganden som påverkar stabilitetsberäkningen		
CPT-sonderingar är utförda	1	0.6	Endast sonderingar typ Tr, Vim är utförda		
Stort antal undersökta prover i lab	1	0.6	Litet antal undersökta prover i lab		
Kompressionsförsök utförda			Kompressionsförsök saknas	1	0.6
Direkta skjuvförsök är utförda			Direkta skjuvförsök saknas	1	0.6
Triaxialförsök är utförda			Triaxialförsök saknas	1	0.6
In situ-provning är utförda med vingförsök och/eller dilatometerförsök	1	0.6	Ingen eller ringa provning i fält		
Släntens geometri					
Välkänd geometri (bra grundkarta, utförda avvägningar, lodningar, etc)	1	0.5	Glest avvägt och/eller lodat		
Flack slänt	1	0.5	Brant slänt		
Lokala branta partier finns ej i slänten	1	0.5	Lokala branta slänter finns i slänten		
Grundvatten- och portrycksförhållanden					
Känslighetsanalys med avseende på grundvatten- och portrycksförhållandena utförd			Känslighetsanalys med avseende på grundvatten- och portrycksförhållandena ej utförd	1	0.4
Långtidsobservationer finns	1	0.4	Långtidsobservationer saknas		
Begränsade förväntade trycksvariationer			Risk för stora tryckvariationer		
God kännedom om portrycksfördelning såväl med djupet som i slänten som helhet			Ringa kännedom om portrycksfördelningen i slänten		
Ytvattenförhållanden					
Karakteristiska vattenstånd är kända	1	0.3	Karakteristiska vattenstånd är okända		
Små vattenståndsvariationer			Stora vattenståndsvariationer		
Långsam förändring i vattenstånd			Hastiga förändringar i vattenstånd		
Väldränerat och dikat området			Stor risk för lokala vattenansamlingar		
Poäng		11.8			8.2
Fördelning		59%			41%

Odränerad analys			
		Lägsta värde	Högsta värde
Intervall för säkerhetsfaktor detaljerad utredning, annan mark		1.4	1.6
	Viktad säkerhetsfaktor	1.48	
Intervall för säkerhetsfaktor fördjupad utredning, annan mark		1.2	1.3
	Viktad säkerhetsfaktor	1.24	
Intervall för säkerhetsfaktor detaljerad utredning, bef. Bebygg		1.5	1.7
	Viktad säkerhetsfaktor	1.58	
Intervall för säkerhetsfaktor fördjupad utredning, bef. Bebygg		1.3	1.4
	Viktad säkerhetsfaktor	1.34	
Intervall för säkerhetsfaktor detaljerad utredning, nyexploatering		1.5	1.7
	Viktad säkerhetsfaktor	1.58	
Intervall för säkerhetsfaktor fördjupad utredning, nyexploatering		1.4	1.5
	Viktad säkerhetsfaktor	1.44	

Kombinerad analys		
	Lägsta värde	Högsta värde
Intervall för säkerhetsfaktor detaljerad utredning, annan mark	1.3	1.4
Viktad säkerhetsfaktor	1.34	
Intervall för säkerhetsfaktor fördjupad utredning, annan mark	1.2	1.2
Viktad säkerhetsfaktor	1.20	
Intervall för säkerhetsfaktor detaljerad utredning, bef. Bebygg	1.3	1.5
Viktad säkerhetsfaktor	1.38	
Intervall för säkerhetsfaktor fördjupad utredning, bef. Bebygg	1.2	1.3
Viktad säkerhetsfaktor	1.24	
Intervall för säkerhetsfaktor detaljerad utredning, nyexploatering	1.4	1.5
Viktad säkerhetsfaktor	1.44	
Intervall för säkerhetsfaktor fördjupad utredning, nyexploatering	1.3	1.4
Viktad säkerhetsfaktor	1.34	

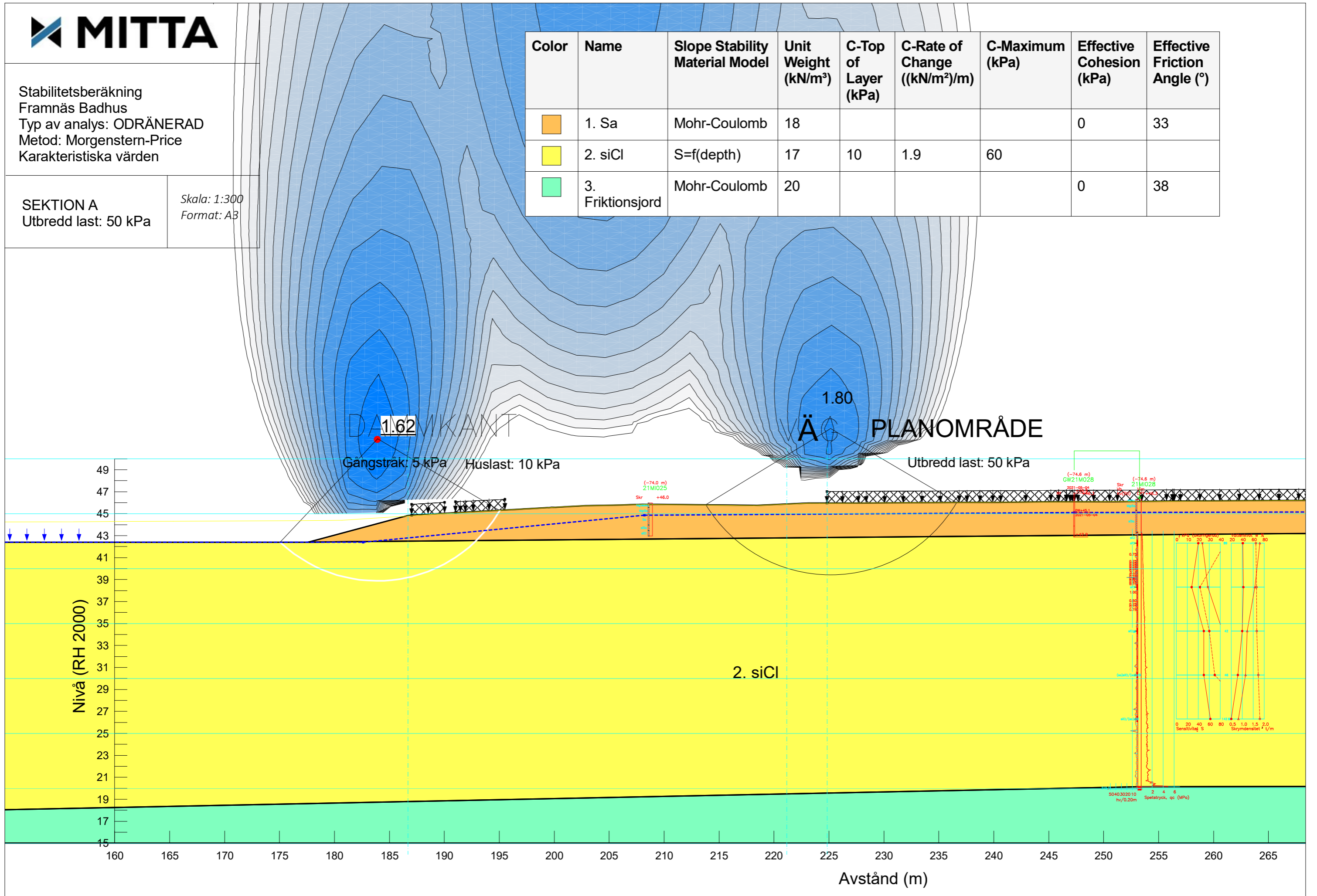


Stabilitetsberäkning
 Framnäs Badhus
 Typ av analys: ODRÄNERAD
 Metod: Morgenstern-Price
 Karakteristiska värden

SEKTION A
 Utbredd last: 50 kPa

Skala: 1:300
 Format: A3

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C-Maximum (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)
Orange	1. Sa	Mohr-Coulomb	18				0	33
Yellow	2. siCl	S=f(depth)	17	10	1.9	60		
Green	3. Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20				0	38



DA 1.62

1.80

Ä PLANOMRÅDE

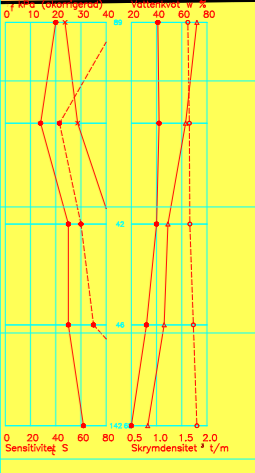
Gångstråk: 5 kPa Huslast: 10 kPa

Utbredd last: 50 kPa

Nivå (RH 2000)

Avstånd (m)

2. siCl



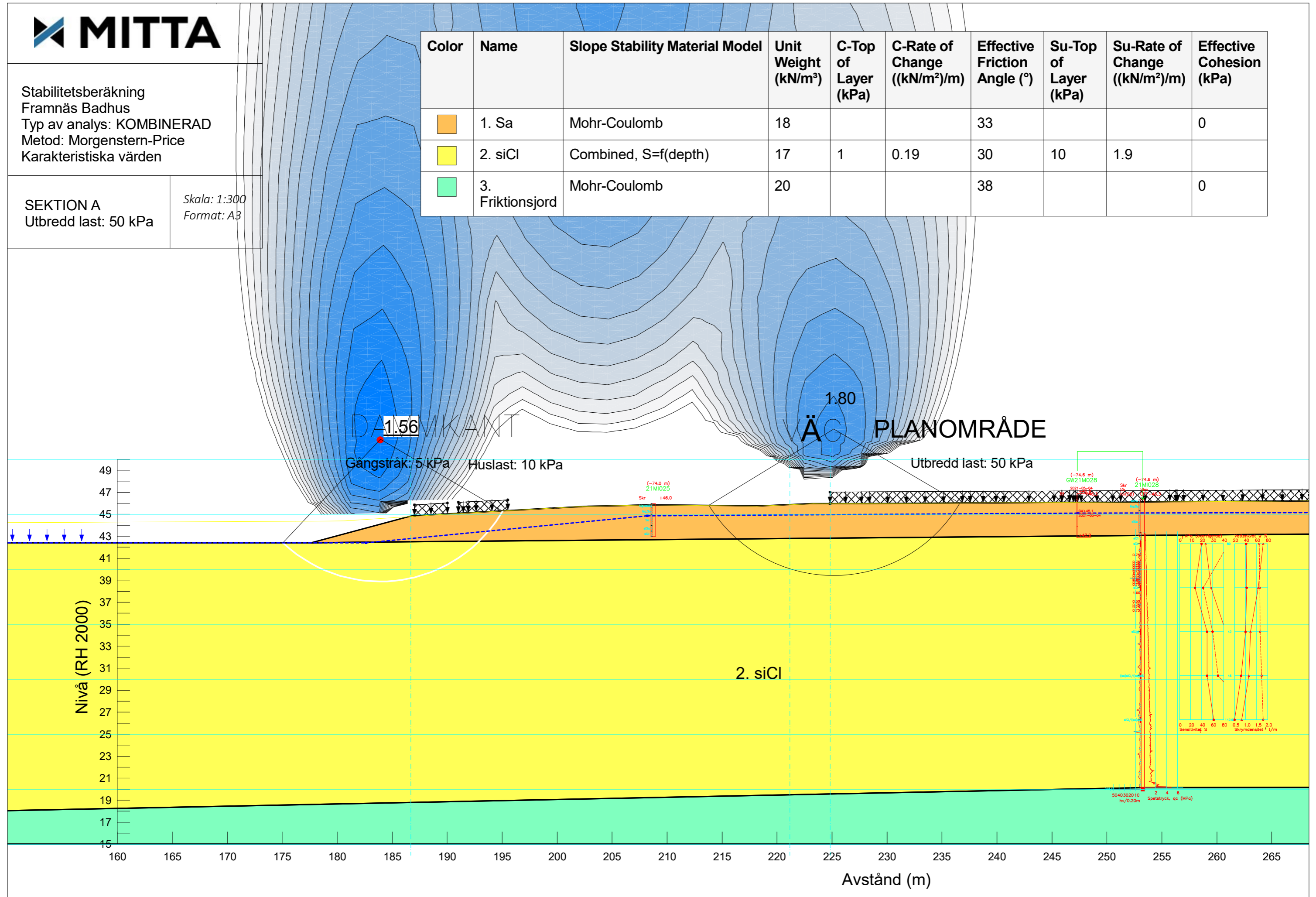
5040302010
 Pr/0.20m
 Spetsstryck, qc (MPa)

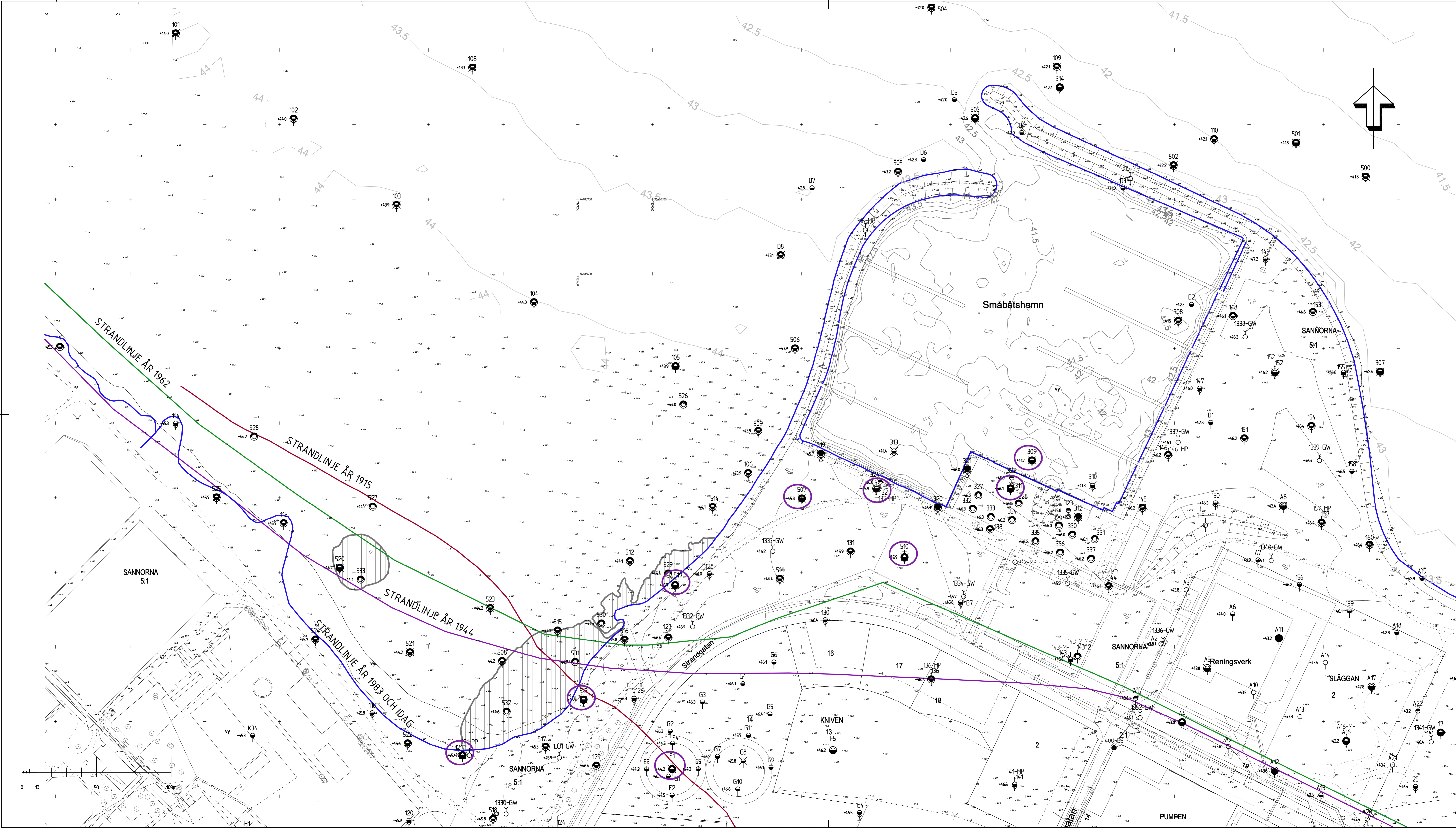


Stabilitetsberäkning
 Framnäs Badhus
 Typ av analys: KOMBINERAD
 Metod: Morgenstern-Price
 Karakteristiska värden

SEKTION A
 Utbredd last: 50 kPa
 Skala: 1:300
 Format: A3

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Effective Friction Angle (°)	Su-Top of Layer (kPa)	Su-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Effective Cohesion (kPa)
Orange	1. Sa	Mohr-Coulomb	18			33			0
Yellow	2. siCl	Combined, S=f(depth)	17	1	0.19	30	10	1.9	
Green	3. Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20			38			0





TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR

- 13XX UTFÖRDA AV WSP, 2013
- 1XX OCH 309 TILL 313 UTFÖRDA AV BOHUSGED AB, 2013-12-20, UPPDRAG U08100-1.
- 319 TILL 337 UTFÖRDA AV BOHUSGED AB, 2015-03-05, UPPDRAG U08100-1. I PUNKT 145 HAR UTFÖRTS KOMPLETTERANDE UNDERSÖKNINGAR
- A UTFÖRDA AV VIAK AB, 1974-04-25 (REV.1974-07-26), ARB.NR 65.8725
- D UTFÖRDA AV K-KONSULT, 1980-03-25, ARB. NR 73253-068-23 (ANGIVNA HÖJDER ÄR UNGEFÄRLIGA-NIVÅER FRÅN K-KONSULTSKARTA)
- E UTFÖRDA AV AB JACOBSON & WIDMARK, 1972-06-20, ARB. NR 72 74 37
- F UTFÖRDA AV ORRJE & CO, 1965-02-22, UPPDRAG 67.0393
- G UTFÖRDA AV GEOTEKNISKA BYRÅN, 1966-05-18, REF. G 344
- K UTFÖRDA AV ORRJE & CO, 1967-08-28, UPPDRAG 67.0329 (LÄGE I PLAN ÄR UNGEFÄRLIGT)
- ANM 1975-04-29, UPPDRAG 54.1012-01

- BETECKNINGAR ENL. SGF/BGS. Se www.sgf.net
- XXX-MP VERTIKALRÖRELSMÄTNING - MARKPEGEL
- XXX-DB DUBB FÖR SÄTNINGSMÄTNING
- INMÄTT VASSORÄDE

REDOVISADE MARKNIVÅER OCH BOTTENNIVÅER (ENSTAKA PUNKTER) INOM GRUNDA PARTIER HAR TAGITS FRAM AV LIDKÖPINGS KOMMUN. REDOVISADE NIVÅLINJER HAR TAGITS FRAM GENOM INTERPOLATION FRÅN EKOLONINGAR UTFÖRDA AV BOHUSGED AB. DEN INTERPOLERADE NIVÅN KAN AVVIKA FRÅN DEN VERKLIGA BOTTENNIVÅN.

KOORDINATSYSTEM

I PLAN: SWEREF99 13:30
I HÖJD: RH2000

- PUNKTER DÄR SENSITIVITETEN HAR UTVÄRDERATS

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM

HAMNSTADEN

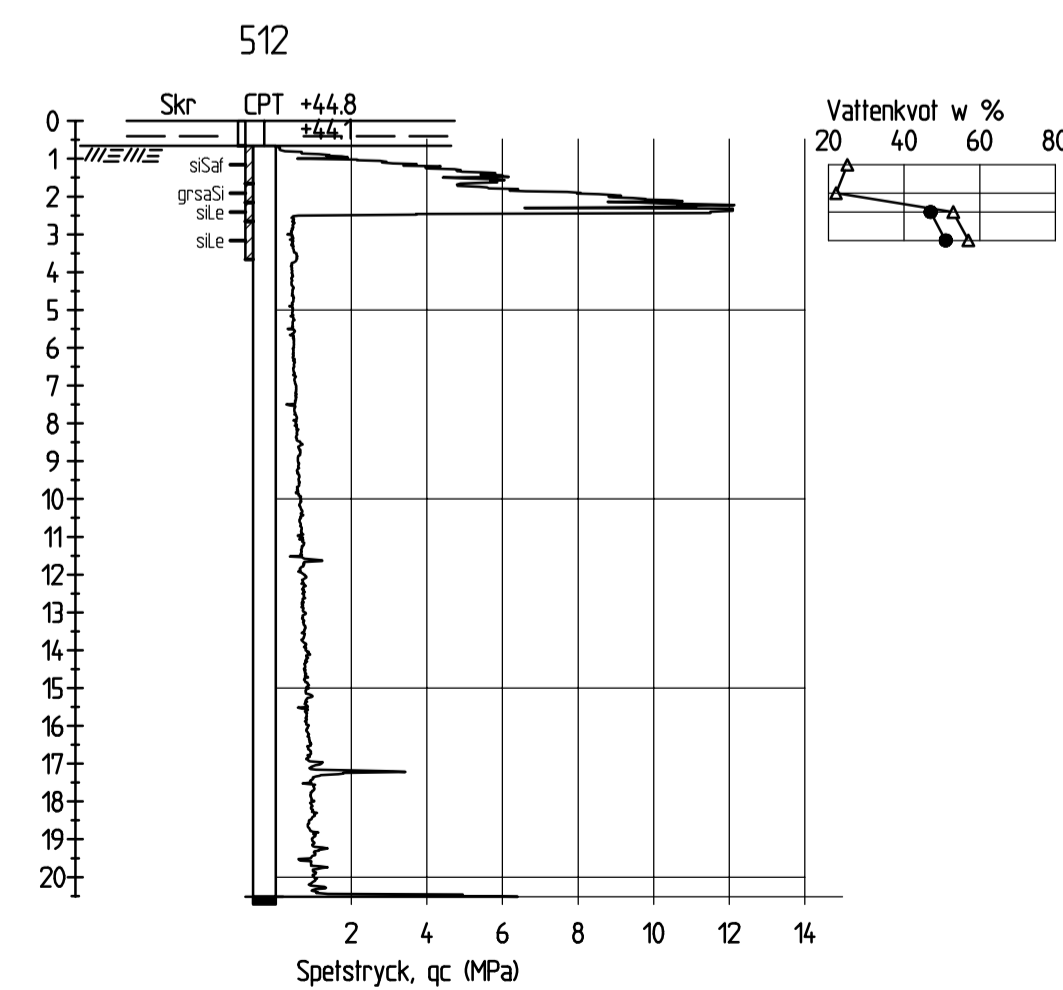
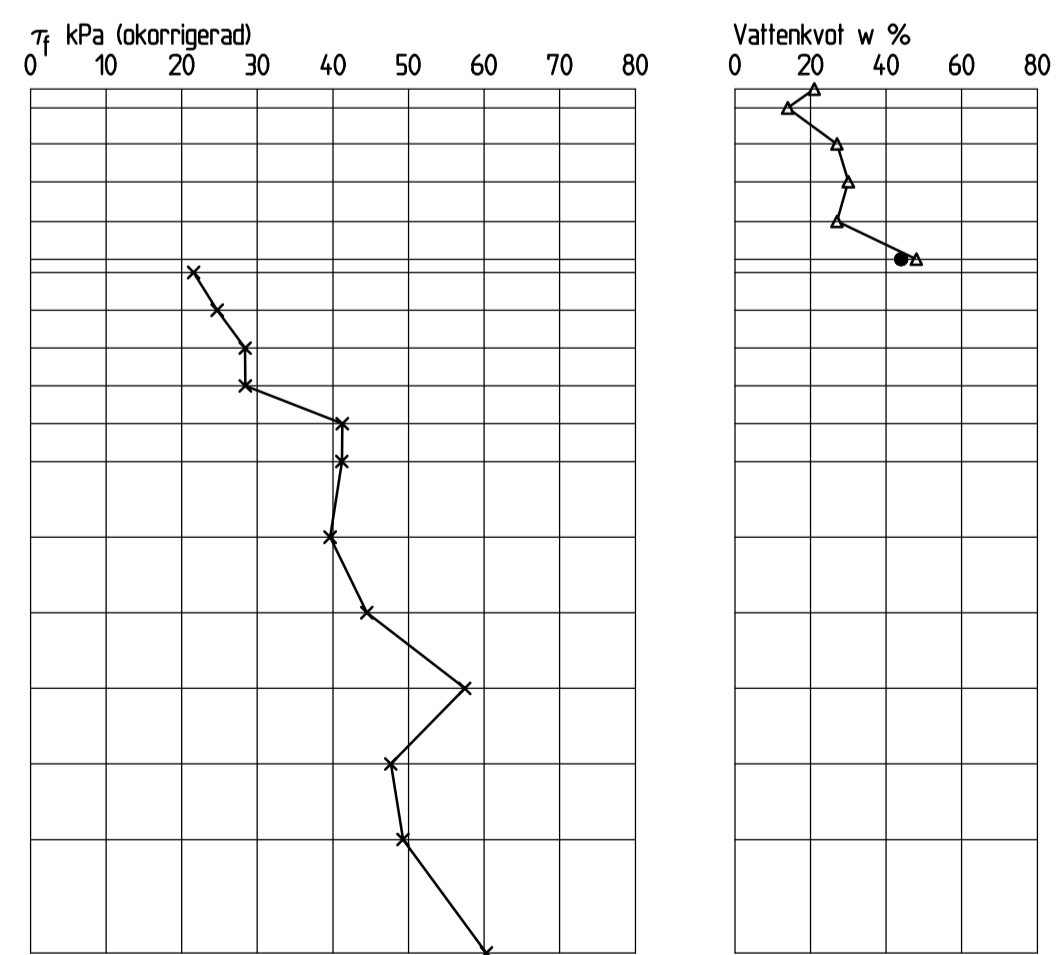
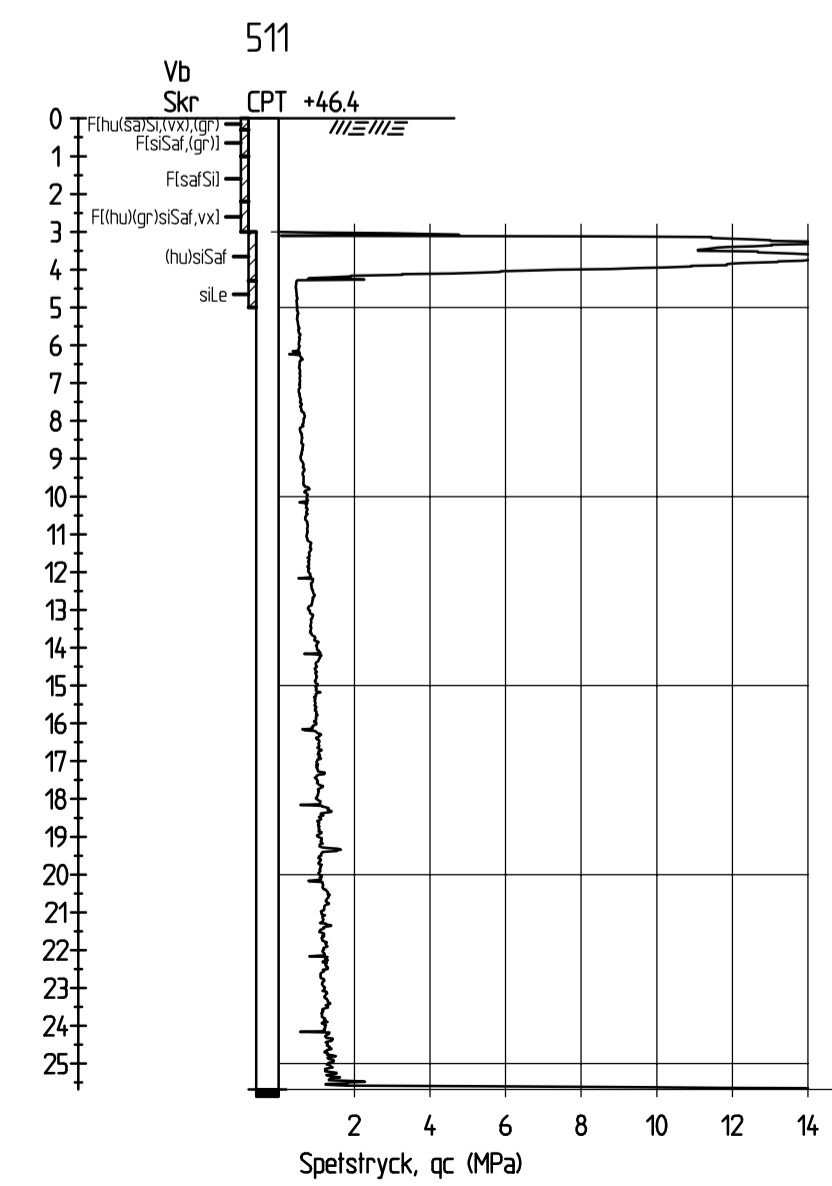
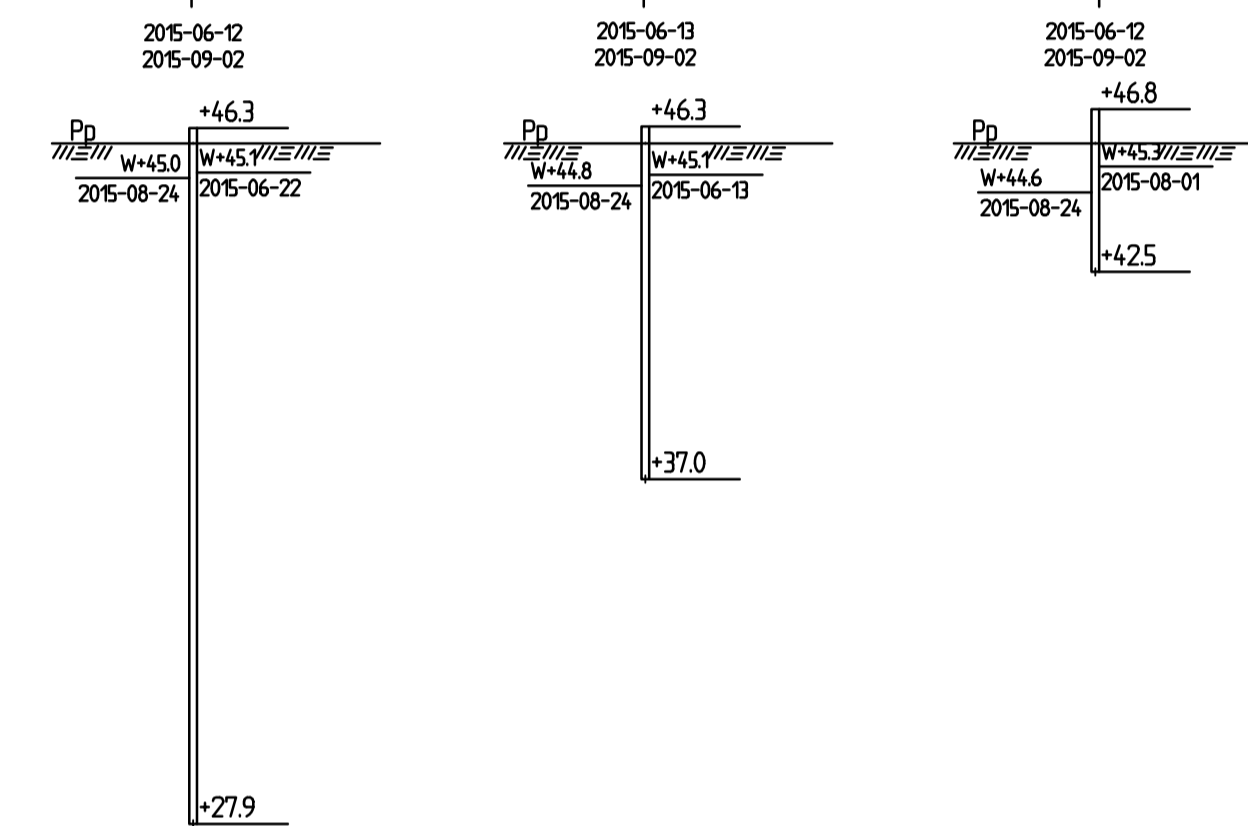
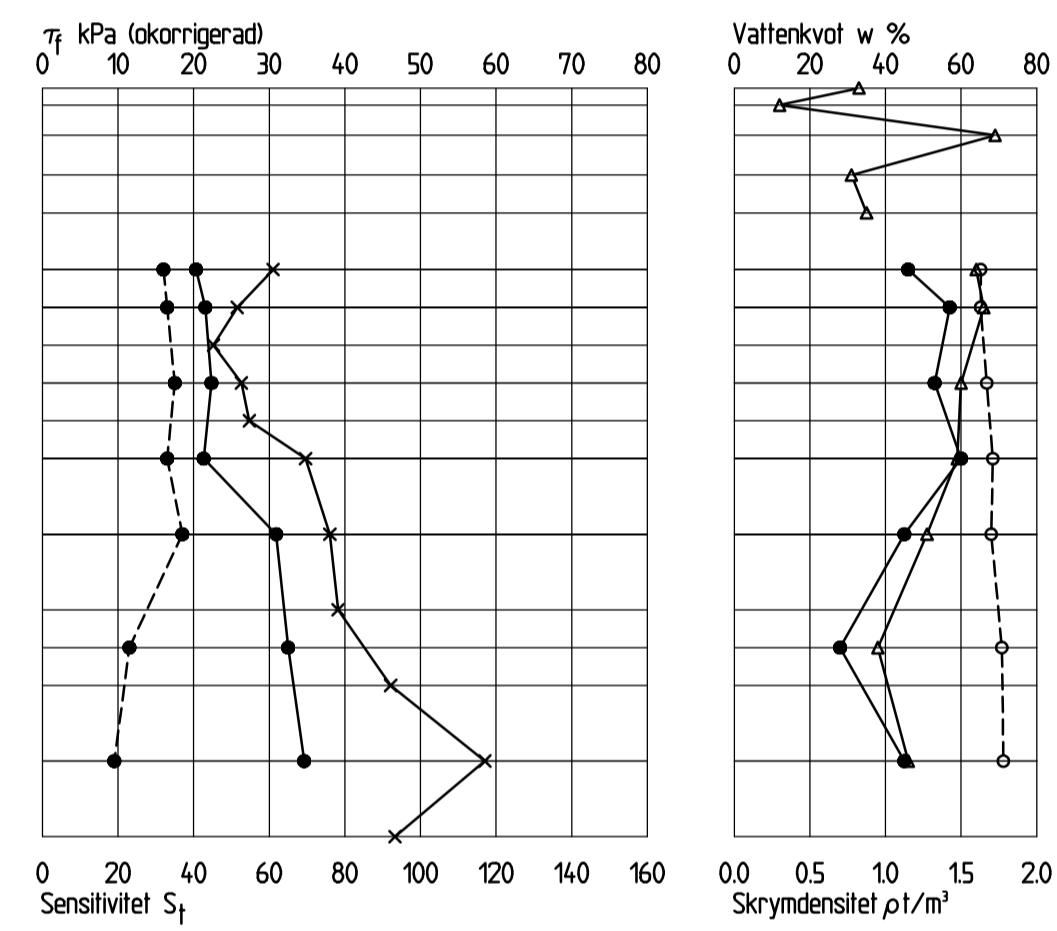
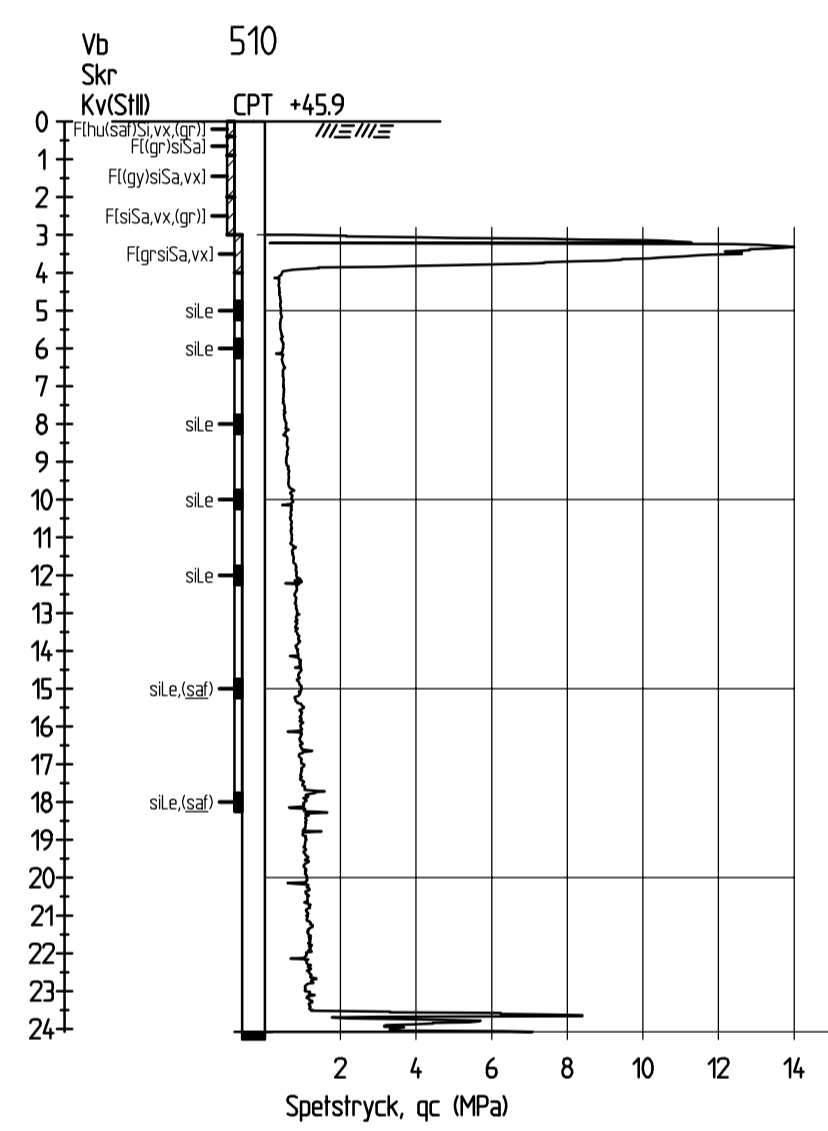
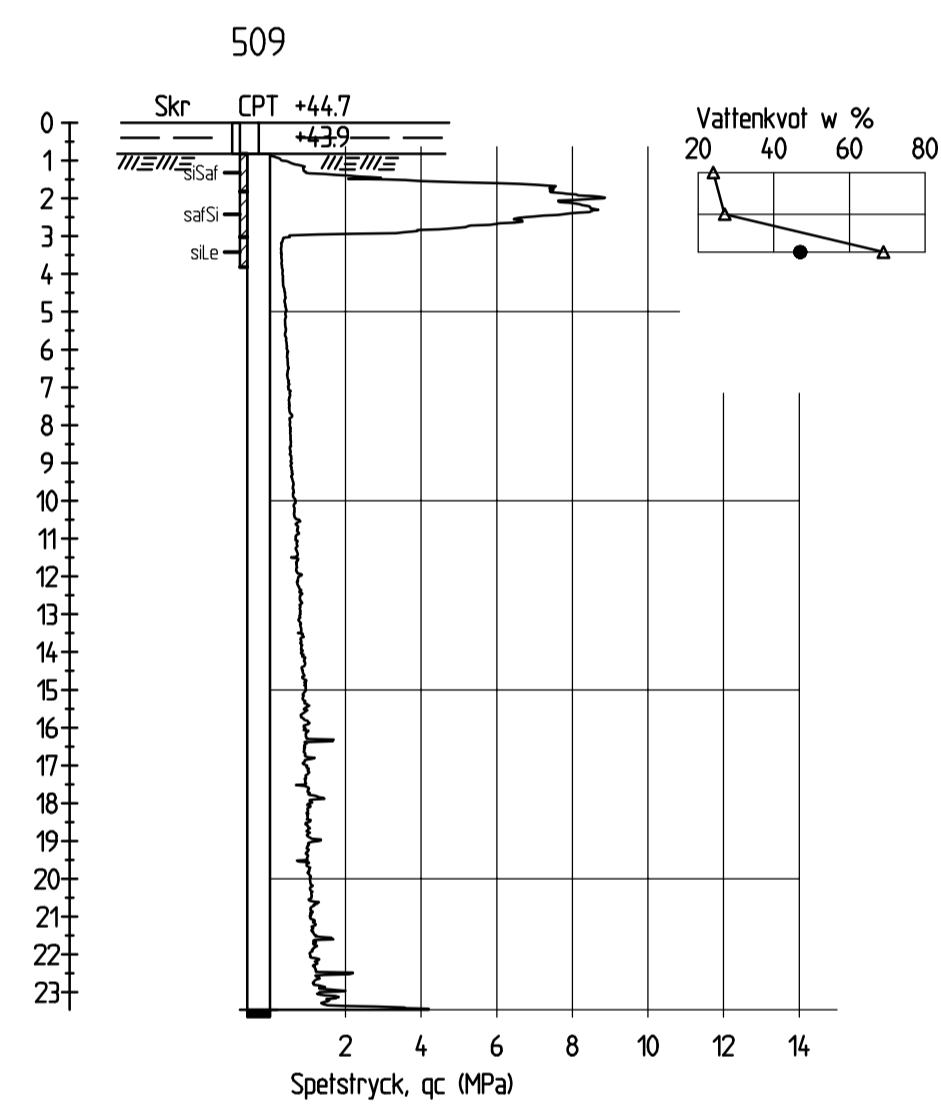
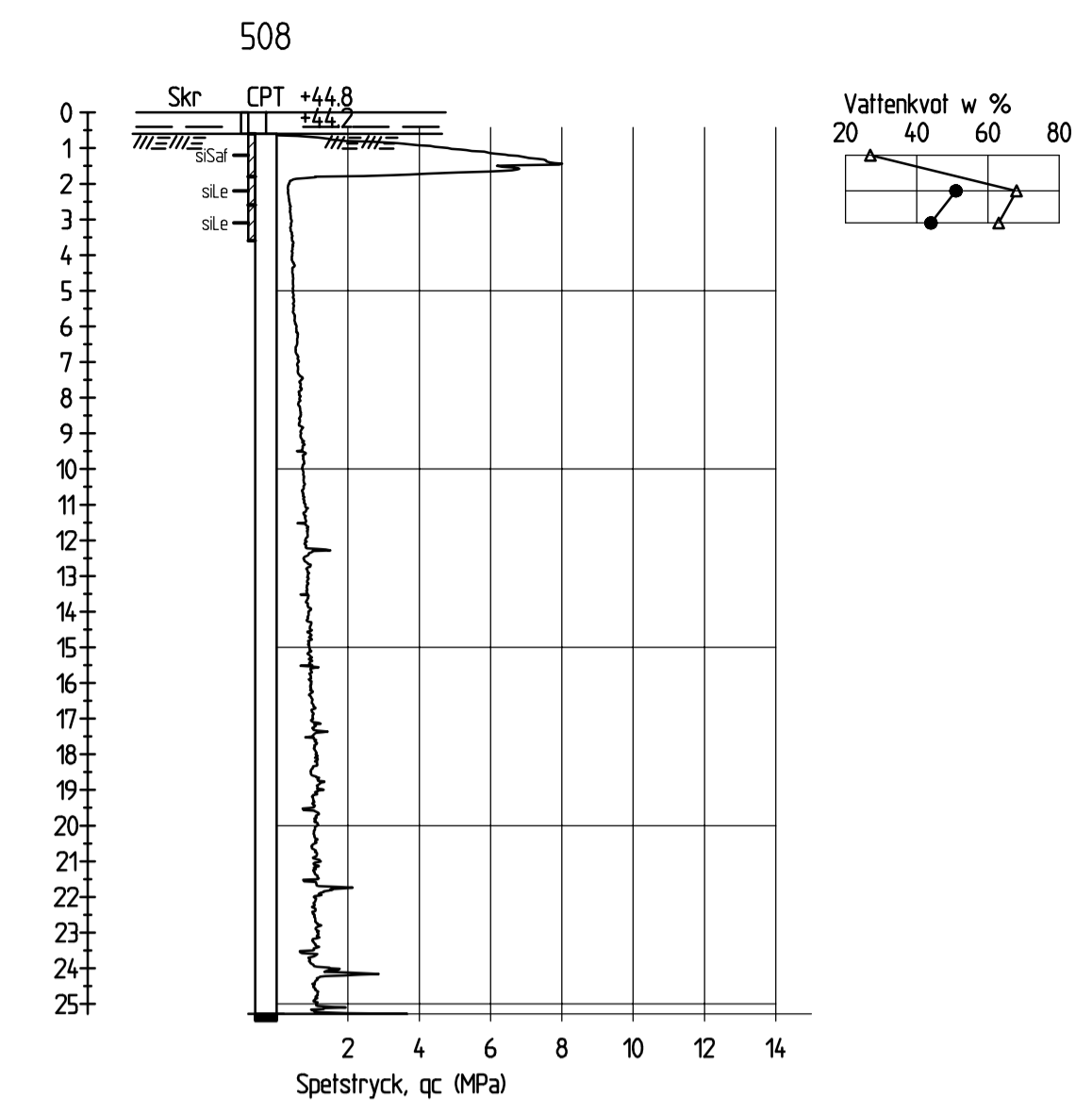
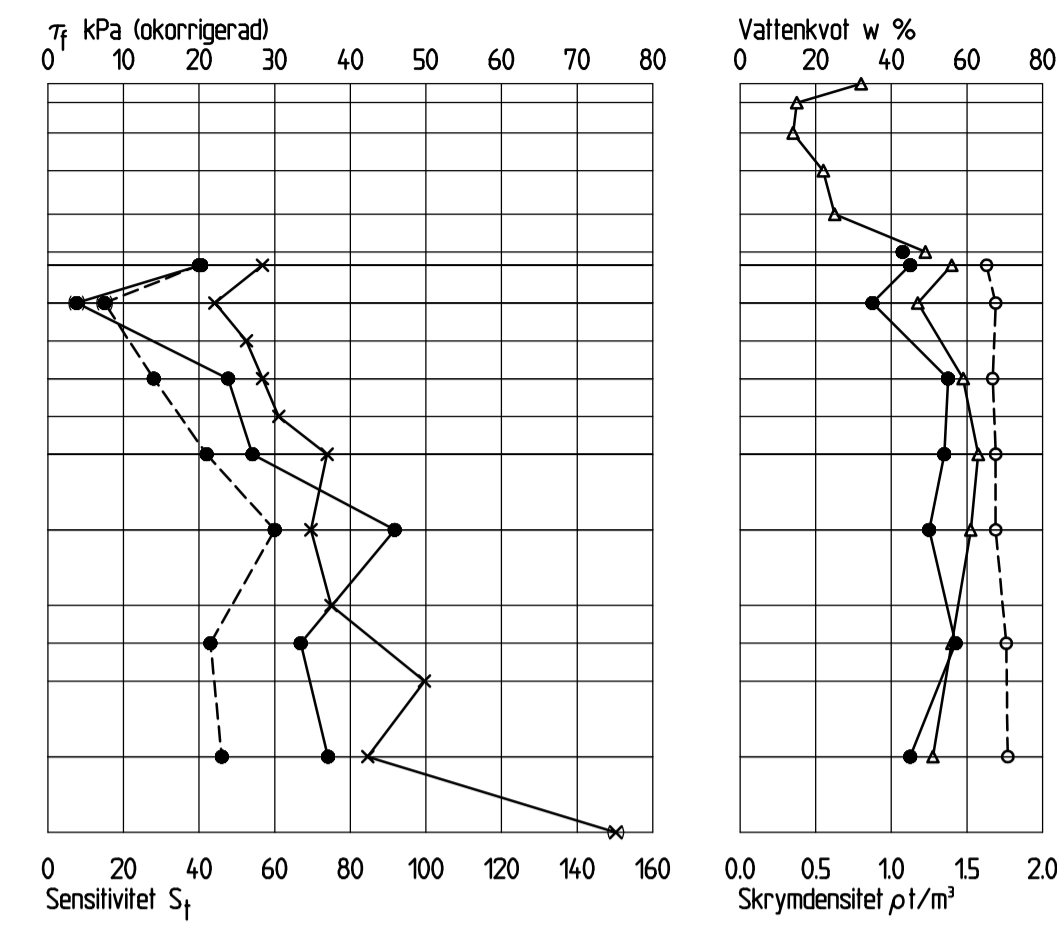
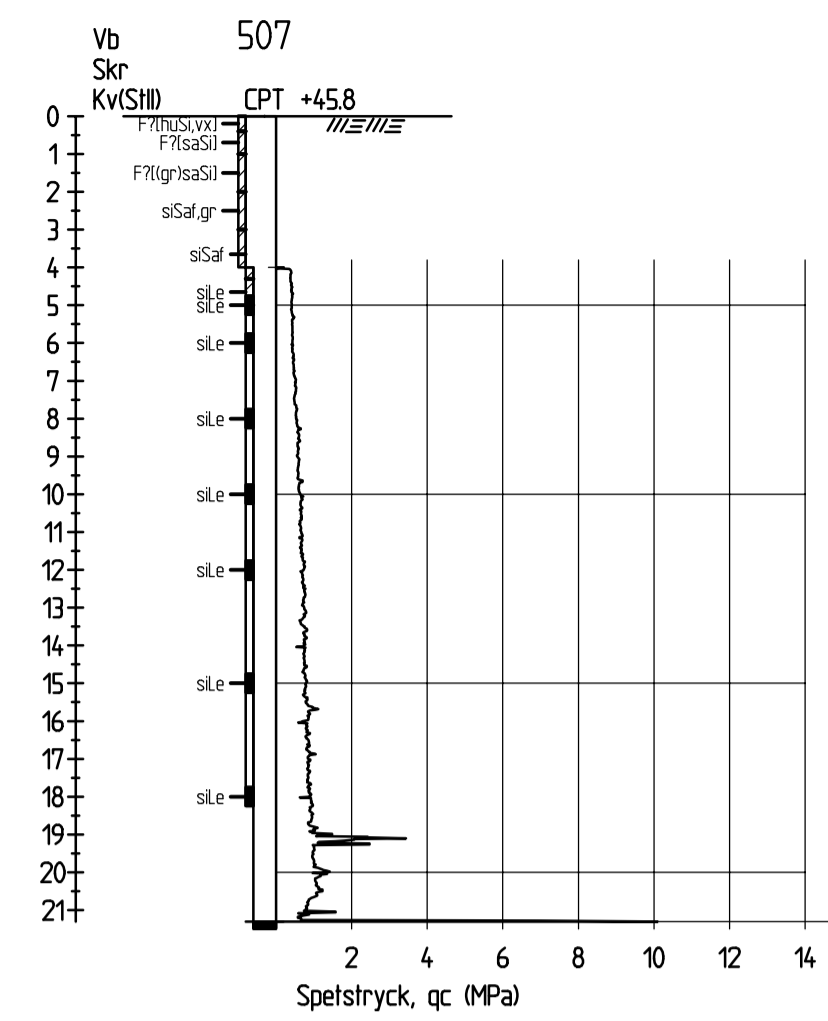
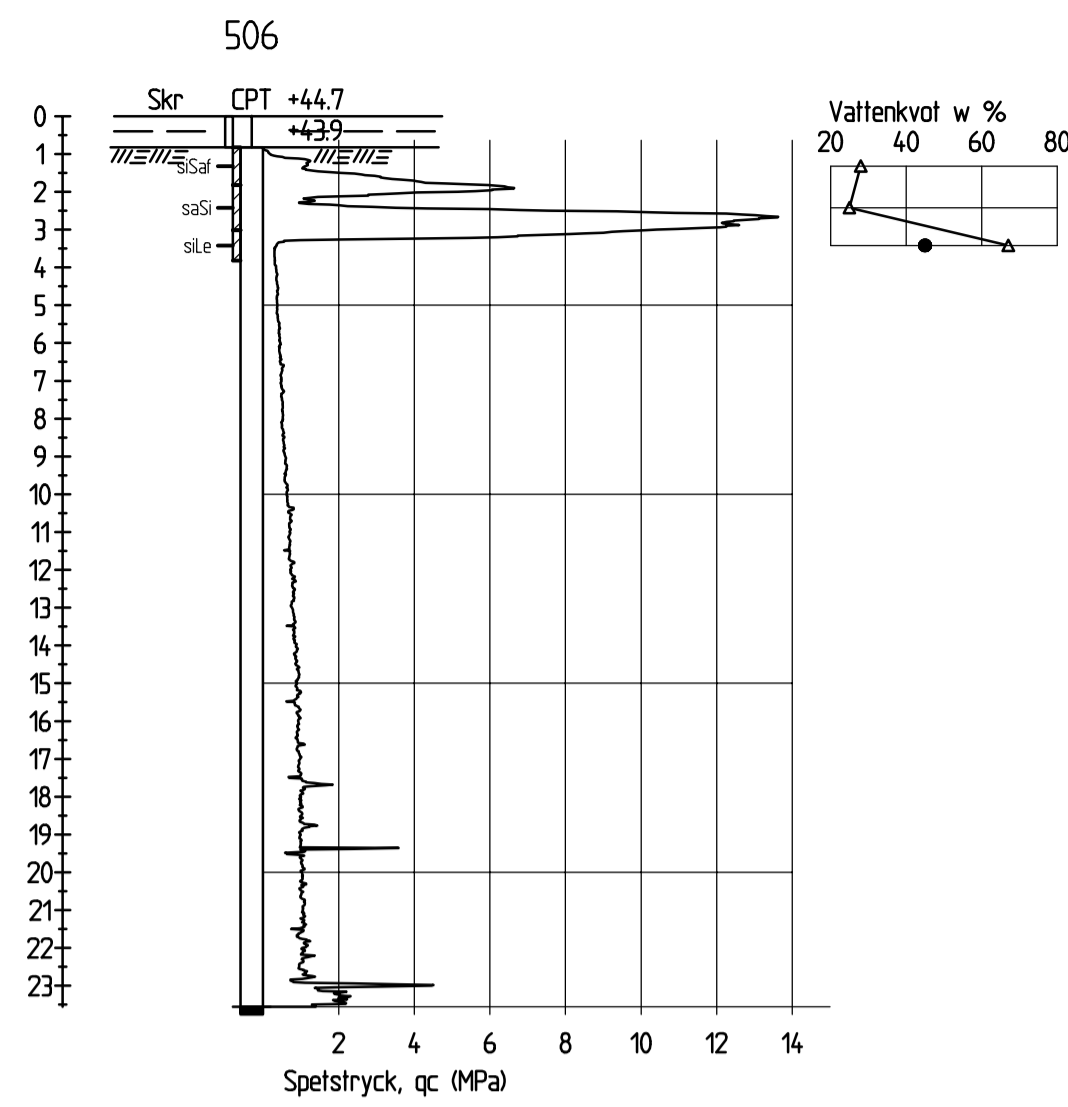
LIDKÖPING
DETALJPLAN



UPPDRAGSRITAD	BRITAD
U08100-1	K DRVAL WARTA
DATUM	HANDELSGÄRE
2015-09-02	
GRANSKAD	UPPDRAGSANSVÄRIG
DP	MATS FALCK

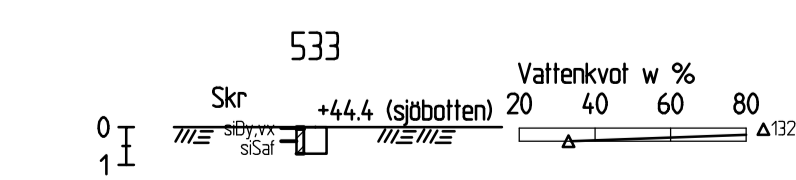
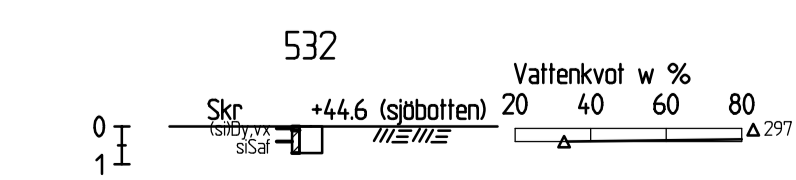
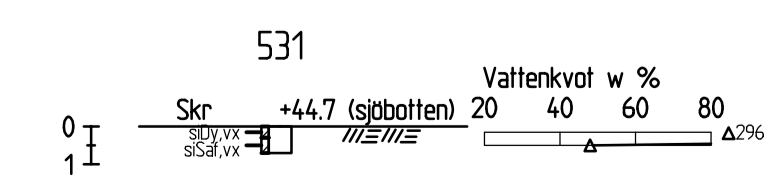
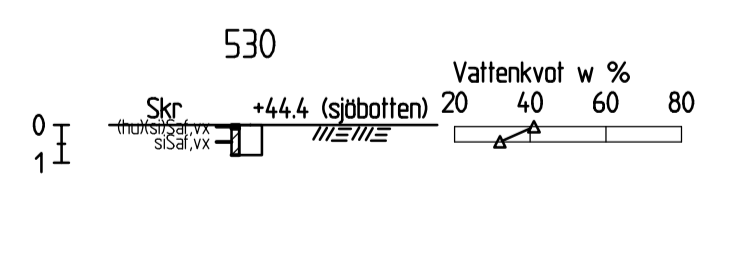
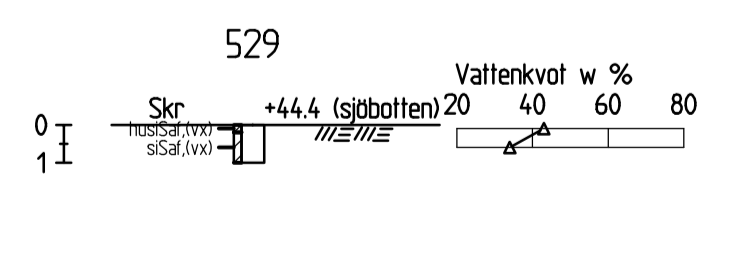
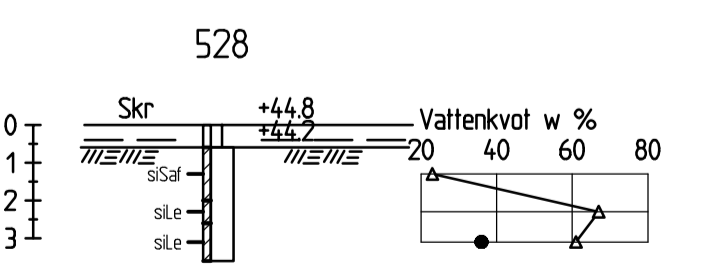
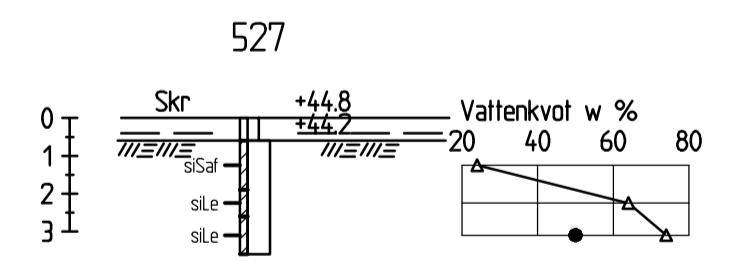
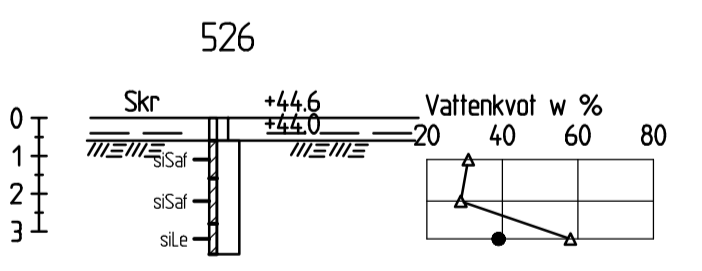
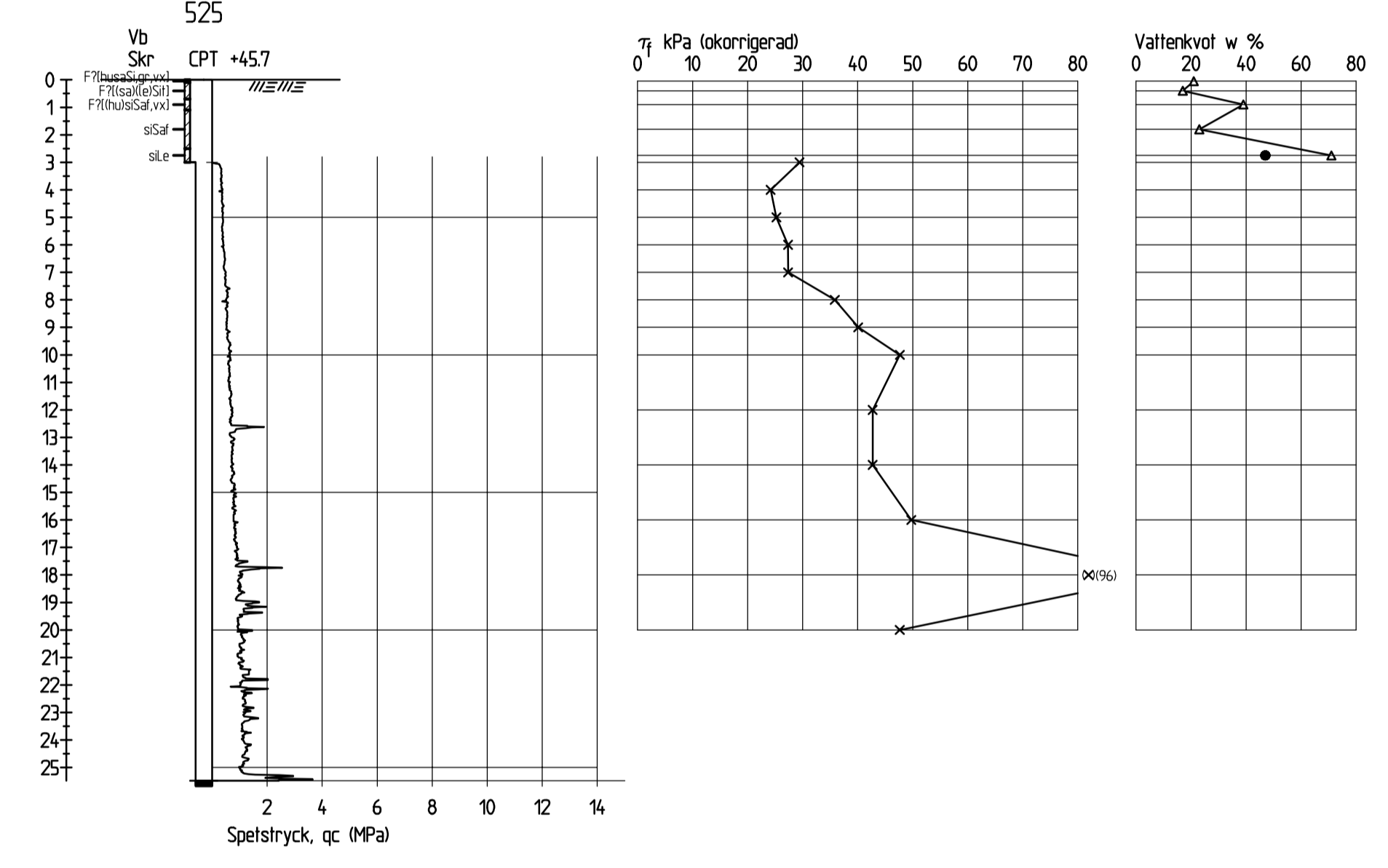
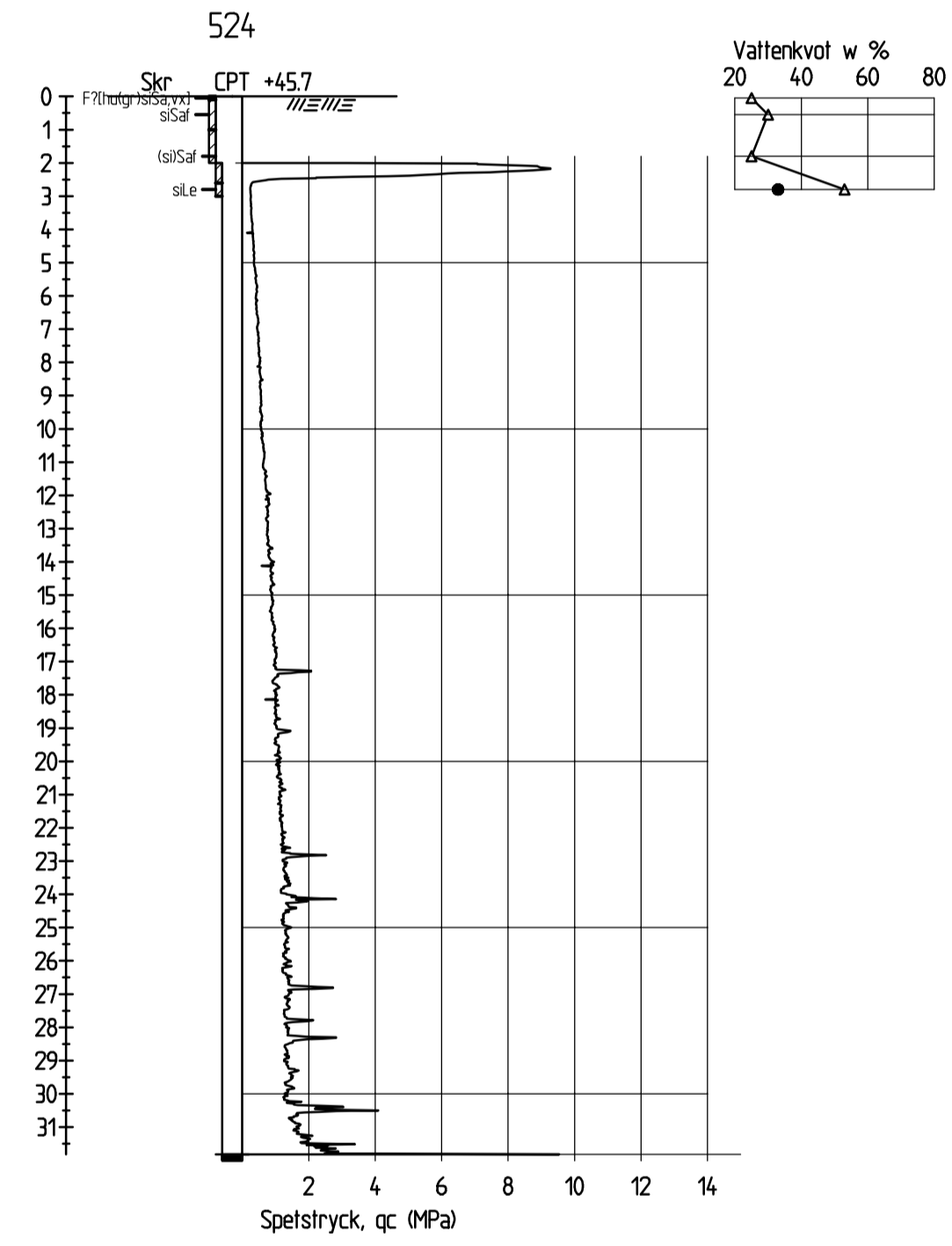
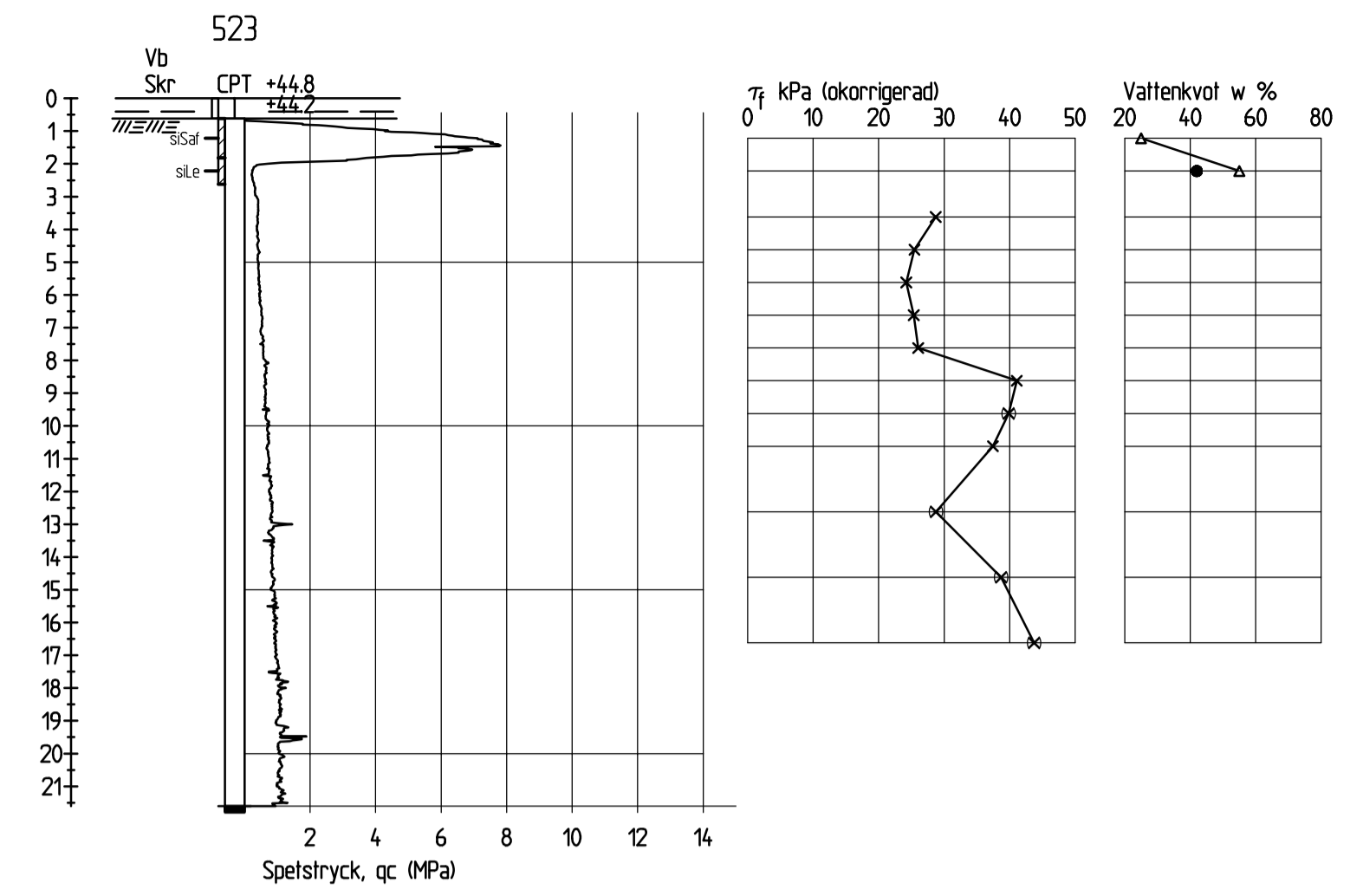
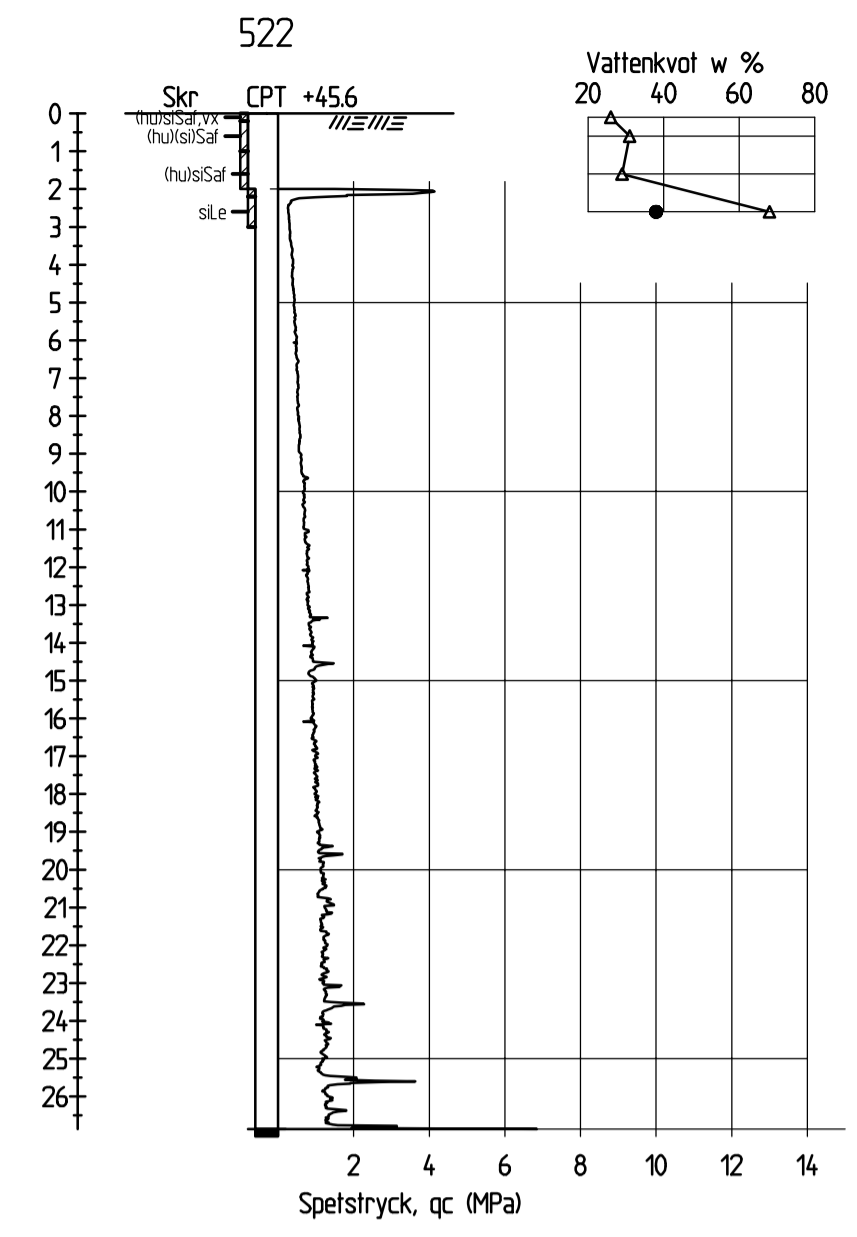
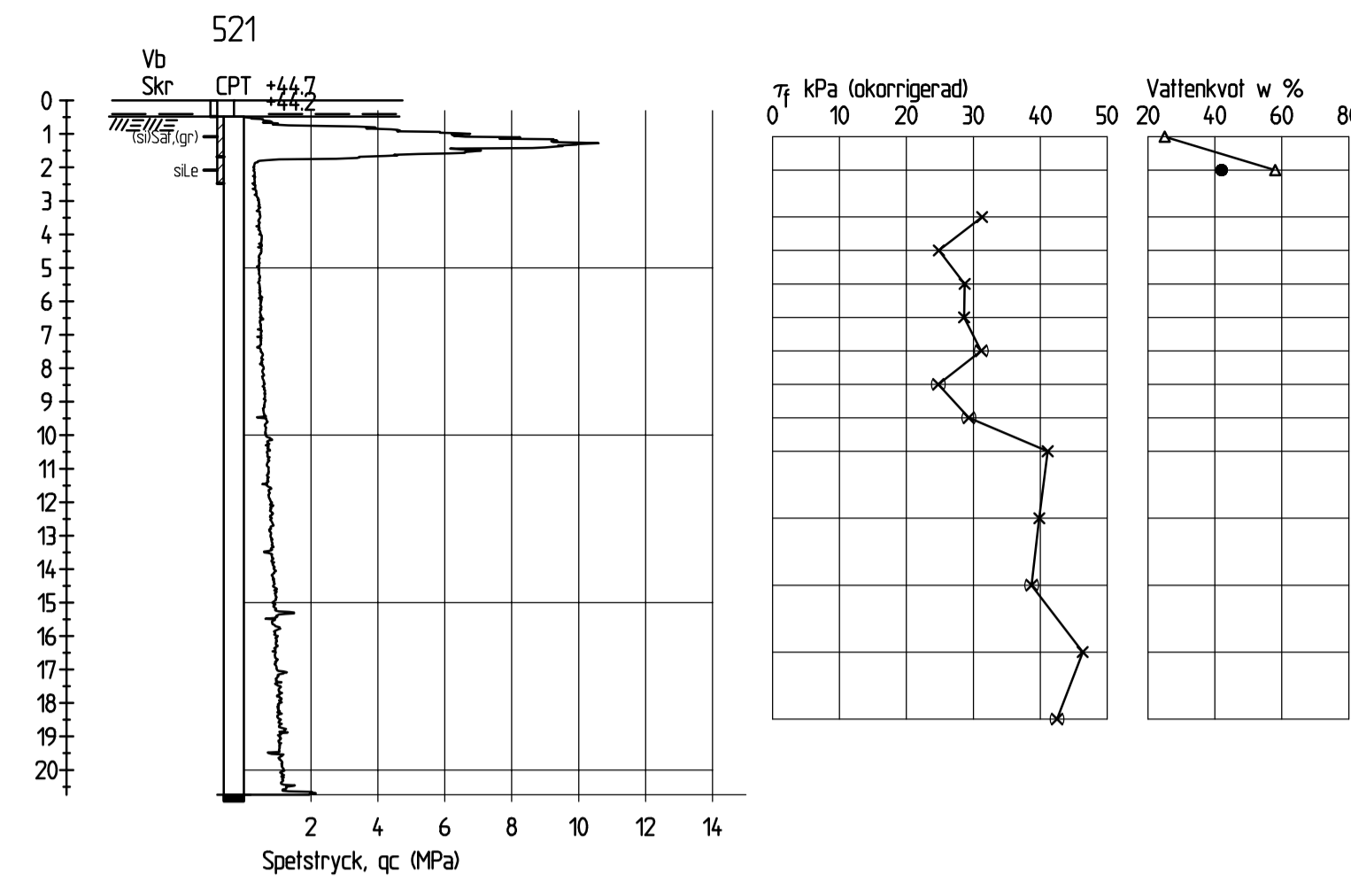
**GEOTEKNISK UNDERSÖKNING
PLAN**

SKALA (FÖRHÅLL)	(A1F)	RITNINGENS	BET
1:1000	G101-02		



ANM.
BETECKNINGAR ENL SGF/BGS. Se www.sgf.net
hu humushaltig

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
HAMNSTADEN				
LIDKÖPING DETALJPLAN				
bohusgeo Bohusgeo AB Bastionsgatan 26, 451 50 UDDEVÄLLA TEL. 0522-944 50 www.bohusgeo.se				
UPPDRAGS NR U08100-1	RITAD K DRVAL WARTA			
DATUM 2015-09-02	HANDLÄGGARE			
GRANSKAD DP	UPPDRAGSANSVARIG MATS FALCK			
GEOTEKNISK UNDERSÖKNING SEKTIONER 506 TILL 512				
SKALA (FÖRHÅT)	(A1)	RITNINGSNR	BET	
1:200		G302-02		



ANM.
BETECKNINGAR ENL SGF/BGS. Se www.sgf.net
hu humushaltig

BET	ANT	ÄNDRING AVSER	SIGN	DATUM
HAMNSTADEN				
LIDKÖPING DETALJPLAN				
bohusgeo				
<small>Bohusgeo AB Bastionsgatan 26, 451 50 UDDEVALLA. TEL. 0522-944 50 www.bohusgeo.se</small>				
UPPDRAGS NR U08100-1	RITAD K DRVAL WARTA			
DATUM 2015-09-02	HANDLÄGGARE			
GRANSKAD DP	UPPDRAGSANSVARIG MATS FALCK			
GEOTEKNISK UNDERSÖKNING SEKTIONER 521 TILL 533				
SKALA (FORMAT) 1:200	(A1)	RITNINGSNR G304-02	BET	