

# **Kv Galaxen och Kv Älvdalen**

**Trollhättans kommun  
Detaljplan**

## **Geoteknik**

**Utvärderingar, beräkningar och bedömningar**

# ***PM 2010-10-08***

***Ersätter PM 2010-05-27***



Uddevalla 2010-10-08

**Bohusgeo AB****Tobias Thorén**

Handläggare

tobias@bohusgeo.com

Tel direkt: 0522-946 54

Bohusgeo AB

Bastiongatan 26

451 50 Uddevalla

Tel.: 0522-946 50

Fax: 0522-359 78

hemsida: bohusgeo.com

Reg nr 14-556601-5243

**Mats Falck**

Granskat

---

---

## Innehåll

Text med figurer	Sida 3
Plan, planerad bebyggelse	Sida 9
Plan, undersökningområde, beräkningssektioner	Sida 10
Plan, jord- och lerdjup	Sida 11
Skjuvhållfasthetssammanställningar	Sida 13
Konsolideringsdiagram	Sida 19
Slänstabilitetsberäkningar, sektion A och C	Sida 22

## Bilagor

Prognos av grundvattennivåer	Bilaga 1:1-1:22
CPT-sonderingar, utvärdering med Conrad	Bilaga 2:1-2:27
Släntstabilitetsberäkningar, sektion 3	Bilaga 3:1-3:2
Provgropar	Bilaga 4:1-4:16
Bottenundersökning rapport 608, utförd av Hydrogis, dat 2010-05-19	

## Uppdrag

På uppdrag av Trollhättans Stad, Hållbart Samhälle-exploatering, har vi utfört en geoteknisk undersökning och utredning för en detaljplan inom Kv Galaxen och Kv Älvdalen, Trollhättan.

## Bakgrund och syfte

Undersökning för en detaljplan för småhusbebyggelse inom Kv Galaxen inleddes i oktober 2005 med Trollhättans stad som uppdragsgivare. Tidigt framkom att stabiliteten mot Göta älv behövde klarläggas ytterligare. Lodning med ekolod gjordes i älven för att identifiera eventuella branta undervattensslänter och djuphålur. Det kunde konstateras två ställen med branta undervattensslänter, med en nivåskillnad mot land på som mest ca 20 m på ett avstånd av mellan ca 130 och ca 400 m från detaljplaneområdet. Undervattensslänterna hade ej tillfredsställande stabilitet med gjorda antaganden, men ett skred bedömdes ej primärt påverka planområdet. Med anledning av att kvicklera finns i området, bedömdes det vara angeläget att klarlägga risken för ett bakåtgripande skred. I ett PM 2006-01-18 redovisades en sekundär skredutredning. Beräkningen visade att ett sekundärt skred kunde påverka sydöstra delen av planområdet vid Vänersborgsvägen. Samråd hölls med SGI i februari - april 2006 för att få myndighetens syn på ärendet för bedömning av det geotekniska underlaget. SGI föreslog i sitt yttrande, att ytterligare undersökningar borde utföras i älven för att erhålla ett underlag för stabilitetsberäkningarna. I PM 2006-07-10 bedömdes släntstabiliteten vara tillfredsställande inom detaljplaneområdet, men behövde klarläggas ytterligare i Göta Älv i enlighet med SGI:s yttrande.

Trollhättans Stad inledde under våren 2007 ett föravtal med Kärnhem som exploatör av Kv Galaxen och för att fortsätta planarbetet. Den geotekniska undersökningen fortsatte i ett nytt uppdrag, arbnr U07054, med Kärnhem som beställare. I september påbörjades kompletteringen av de geotekniska undersökningarna i Göta Älv i anslutning till den undervattensslänt som låg närmast planområdet, se sektion 3 i

figur 2. Bl.a. installerades porttrycksmätare med loggeravläsning. Mätningarna pågick till juni 2008. I ett PM 2008-06-24 redogjordes för resultaten, där det bl.a. annat konstaterades att släntstabiliteten bedömdes vara tillfredsställande i undervattensslänten och därmed för detaljplaneområdet. Under hösten 2008 meddelades att området Kv Älvdalen, omedelbart norr om Kv Galaxen skulle planläggas i samma ärende. I augusti 2009 avslutades emellertid föravtalet mellan Kärnhem och Trollhättans Stad och Trollhättans Stad övertog undersökningen från Kärnhem. I januari 2010 lämnade Trollhättans Stad en beställning till Bohusgeo för föreliggande utredning, för att slutföra den geotekniska utredningen för både Kv Galaxen och Kv Älvdalen. Undersökningen har omfattat vissa kompletterande arbeten inom Kv Älvdalen för att kontrollera släntstabiliteten strax väster om planområdet samt översiktligt bedöma grundläggningsförhållandena.

Underlaget för de i detta PM redovisade utvärderingarna utgörs av:

- fält- och laboratoriearbeten utförda av oss för det aktuella projektet. Resultaten finns redovisade i en rapport 2010-05-25 (arb.nr U09073). I underlaget ingår även tidigare undersökningar, vilka finns redovisade i rapporten.
- Skisser med preliminär utformning av planerad bebyggelse, erhållna av Trollhättans Stad per mejl, 2008-10-30.
- Utdrag ur vattendom (Vänerdomen), daterad 1937 och 1955, erhållen av Sjöfartsverket per mejl, 2006-01-20.

## Planerad byggnation

Inom detaljplaneområdet avses att uppföras småhusbebyggelse enligt planskisser i figur 1. I anslutning till Vänersborgsvägen planeras även en bullervall att utföras. Plangränsen är ej fastställd.

## Mark, vegetation och topografi

**Kv Galaxen och Kv Älvdalen** är belägna väster om Vänersborgsvägen (gamla rv 45) och Göta älv, se figur 2. Det undersökta området är

ca 100 x 500 m. Marken utgörs av åkermark och ängsmark med nivåer mellan ca +40 och ca +46. Markytan är inom huvuddelen av området relativt plan, med en svag lutning, ca 1:50, åt öster. I den västra delen ökar marklutningen till som mest ca 1:15. Området gränsar i väster och sydväst till ett bergs- och fastmarksparti där berget inom den sydvästra delen går i dagen på ett flertal ställen. Släntlutningen i slänterna varierar mellan ca 1:10 i norr och ca 1:5 i söder.

Mellan ca 100 och ca 300 m öster om planområdet ligger Göta älv. Närmast strandkanten är älvbotten relativt plan, med nivåer på +38 à +39 och med en utsträckning från strandkanten på mellan 30 à 40 m. Det plana partiet övergår i en slänt med lutning åt sydost. Bottennivån vid släntfot är som lägst belägen på +30 à +32. Slänterna är lokalt branta med lutning på 1:1 à 1:2, se ritning G1 i vår rapport.

## Geotekniska förhållanden

Med hänsyn till de kraftigt varierande geotekniska förhållandena, har undersökningsområdet delats i **västra delen** och **östra delen** samt **Göta Älv**. Avgränsningen mellan västra och östra delen framgår av den blå linjen i figur 2. Skjuvhållfastheten varierar kraftigt inom området och undersökningen tyder på att skred tidigare inträffat.

### Västra delen

Jordlagrens totala mäktighet varierar enligt sonderingarna mellan ca 2 och ca 8 m i väster och ökar till mellan ca 15 och ca 20 m i öster, se figur 3. Under det ca 0.2 m tjocka vegetationsjordlagret består jordlagren i huvudsak av:

- fast ytlager (torrskorpelera, silt, finsand, fyllning)
- lera
- friktionsjord vilande på berg

Det fasta ytlagret utgörs inom huvuddelen av området av **torrskorpelera**. Inom den västra delen, i anslutning till fastmarkspartiet vid Allévågen, utgörs dock **ytlagret av silt och finsand**.

**Torrskorpeleran** har mellan ca 1 och ca 2.5 m tjocklek. Vattenkvoten har i regel uppmätts till mellan ca 25 och ca 40 %. Lokalt (punkt 9) har torrskorpeleran fyllningskaraktär. Torrskorpeleran är siltig och bedöms vara tjällyftande.

**Silten** och **finsanden** har enligt undersökningarna en tjocklek på mellan ca 1.5 m och ca 5.0 m. Vattenkvoten har uppmätts till mellan ca 17 % och ca 30 %. Silten har lokalt torrskorpelkaraktär. I anslutning till Allévågen (punkt 19), har de ytliga jordlagren fyllningskaraktär till ca 2.2 m djup. Finsanden bedöms vara tjällyftande och silten mycket tjällyftande och starkt flytbenägen.

Lokalt inom den södra delen (punkt 1) har "dålig" **fyllning** med en tjocklek av 1 m påträffats. Fyllningen utgörs av lera med inblandning av byggavfall (mineralull, tegel mm). Fyllningens utbredning inom detta område har ej undersökts.

**Leran** finns till djup mellan ca 1 och ca 15 m. I den västligaste delen, i anslutning till Allévågen saknas delvis "lös" lera helt. En sammanställning av lerdjup redovisas i figur 3. Vattenkvoten och konflytgränsen har i regel uppmätts till mellan ca 35 och ca 75 % respektive mellan ca 30 och ca 70 %.

Den korrigerade skjuvhållfastheten uppgår till mellan ca 20 och ca 60 kPa, se figur 6.

Sensitiviteten har i regel uppmätts till mellan ca 20 och ca 60 inom djupintervallet 3 - 6 m och till mellan ca 60 och ca 300 inom djupintervallet 6 - 15 m. Leran är till övervägande del kvick, vilket innebär att leran förlorar sin ursprungliga hållfasthet vid störning/omrörning.

Lerans sättningsegenskaper har undersökts i en punkt (2) genom ödometerförsök enligt CRS. Lerans konsolideringsförhållanden redovisas i figur 10. Konsolideringsförhållandena i punkt 2 bedöms vara representativa för huvuddelen av den västra delen. Leran bedöms kunna påföras viss belastning utan att långtidssättningar uppkommer.

**Friktionsjorden** under leran har ej undersökts.



Sonderingarna har trängt ner mellan 0 och 5 m och stoppat i den fast lagrade friktionsjorden.

### Östra delen

Jordlagrens totala mäktighet varierar enligt sonderingarna mellan ca 15 och ca 20 m i väster och ökar till ca 30 m vid Vänersborgsvägen, se figur 3. Under det ca 0.2 m tjocka vegetationsjordlagret består jordlagren i huvudsak av:

- torrskorpelera
- lera
- friktionsjord vilande på berg

**Torrskorpeleran** har mellan ca 1 och ca 2.5 m tjocklek. Vattenkvoten har i regel uppmätts till mellan ca 25 och ca 40 %. Torrskorpeleran är siltig och bedöms vara tjällyftande.

**Leran** finns till djup mellan ca 15 och ca 30 m, se figur 3. Vattenkvoten och konflytgränsen har i regel uppmätts till mellan ca 50 och ca 75 % respektive mellan ca 50 och ca 70 %.

Den korrigerade skjuvhållfastheten uppgår i regel till mellan ca 20 och ca 35 kPa på djup mellan 2 m och 10 m och till ca 50 à 60 kPa på 25 m djup.

Sensitiviteten har i regel uppmätts till mellan ca 20 och ca 50 inom djupintervallet 3 - 15 m och mellan ca 50 och ca 400 inom djupintervallet 15 - 25 m. Leran är till övervägande del kvick, vilket innebär att leran förlorar sin ursprungliga hållfasthet vid störning/omrörning.

Lerans sättningsegenskaper har undersökts i punkten JGB7, genom ödometerförsök enligt CRS. Lerans konsolideringsförhållanden redovisas i figur 11. JGB7 har bedömts var representativ för huvuddelen av östra delen och leran bedöms ej kunna påföras belastningar utan att långtidssättningar uppkommer. Det finns emellertid ett område som skrafferats i figur 2 och som utgör en övergångsszon mellan förhållandena i den västra delen och den östra delen.

**Friktionsjorden** under leran har ej undersökts. Sonderingarna har trängt ner mellan 0 och 5 m och stoppat i den fast lagrade friktionsjorden.

### Göta älv

Jordlagrens totala mäktighet varierar enligt sonderingarna mellan ca 25 och ca 35 m, se figur 3. Jordlagren utgörs från markytan räknat i huvudsak av:

- gyttja
- torrskorpelera
- lera
- friktionsjord vilande på berg

**Gyttjan** har en tjocklek av mellan 0 och ca 2 m. Vattenkvoten i gyttjan har uppmätts till mellan ca 100 och ca 150. Den korrigerade skjuvhållfastheten uppgår till ca 8 kPa.

**Torrskorpeleran** har en tjocklek mellan ca 0.5 och ca 2.5 m tjocklek. Vattenkvoten har uppmätts till mellan ca 25 och ca 50 %. Lokalt förekommer inslag av gyttjig silt till ett djup av ca 4.5 m. Vattenkvoten i den gyttjiga silten har uppmätts till mellan ca 75 och ca 105 %.

**Leran** finns till mellan ca 25 och ca 30 m djup. Vattenkvoten och konflytgränsen har i regel uppmätts till mellan ca 65 och ca 75 % respektive mellan ca 45 och ca 50 %. Den korrigerade skjuvhållfastheten uppgår till ca 18 kPa närmast under torrskorpeleran och ökar till mellan ca 45 och ca 60 kPa på ca 25 m djup, se figur 8. Sensitiviteten har uppmätts till ca 60 och ca 340 och leran bedöms därför vara kvick.

**Friktionsjorden** under leran har ej undersökts. Sonderingarna har trängt ner mellan 0 och ca 2 m och stoppat i den fast lagrade friktionsjorden.

### Geohydrologiska förhållanden

Portrycksnivån i leran och grundvattennivån i friktionsjorden under leran har uppmätts i punkterna 2, 3, 4, 101 och JGB7. Uppmätta trycknivåer redovisas i figur 12.

### Västra och östra delen

Den uppmätta grundvattennivån i friktionsjorden under leran varierar i regel mellan ca 2.5 m under och ca 0.5 m över markytan, vilket motsvarar nivåer mellan ca +38.0 och ca +42.5. Artesiska tryck har uppmätts inom den östra delen, i anslutning till Vänersborgsvägen.

Portrycket i leran på 5 m djup varierar mellan

ca 0.5 m under markytan till ca 0.5 m över markytan, vilket motsvarar nivåer mellan ca +39.5 och ca +40.5. Portrycket på 11 m djup motsvarar en nivå mellan ca 1.5 m under till ca 1.0 m över markytan, vilket motsvarar nivåer mellan ca +39.0 och ca +40.0.

## Göta Älv

Vi har erhållit uppgifter om Göta Älvs vattenstånd under mätperioden av Vattenfall, Trollhättan. Det uppmätta portrycket i Göta Älv (punkt 101) följer relativt väl vattenytans variation. Inom djupintervallet 3-6 m har portrycket en i stort sett hydrostatisk fördelning relativt vattenytan. Till ca 13 m ökar portrycket något mer än en hydrostatisk fördelning.

## Prognos av portryck

Som underlag för bedömning av släntstabiliteten och sättningsegenskaperna har prognos av höga respektive låga portryck och grundvattennivåer gjorts enligt den modell som föreskrivs i Skredkommissionen rapport 3:95. Prognoserna redovisas i bilaga 1.

## Släntstabilitet

Beräkningarna har utförts med datorprogrammen STAB, ver.4.3 och Geosuite Stabilitet ver 4.1.0.12 och för  $c+\phi$  analys och kombinerad analys.

Släntstabiliteten beräknats i 3 sektioner, **sektion A, C och 3**, se figur 2.

Valda skjuvhållfastheter redovisas i figur 9-11. Beräkningarna redovisas i figur 15 och 16 samt i bilaga 3. Följande lägsta säkerhetsfaktorer har beräknats:

	<b><math>c+\phi</math> analys</b>	<b>komb analys</b>
Sektion A	2.83	1.42
Sektion C	1.54	1.54
Sektion 3	3.25	1.47

Enligt Skredkommissionens rapport 3:95 skall säkerhetsfaktorn vid detaljerad utredning och  $c+\phi$  analys vara minst 1.5-1.7 samt vid kombinerad analys vara 1.35-1.45 för att släntstabi-

teten skall vara tillfredsställande.

I **beräkningssektion A** har grundvattennivån i friktionsjorden under leran valts till +44.5, vilket motsvarar markytans nivå strax väster om Allévägen. Den övre grundvattenytan har lagts i nivå med markytan. De sonderingar som utförts i fastmarken strax norr om sektionen tyder på små jordlagermäktigheter med friktionsjord samtidigt som berget går i dagen strax söder om sektionen. Detta bedöms medföra en utdränring/infiltration till i nivå med markytan på mellan ca +43.5 och ca +44.5. Trafiklasten på Allévägen har valts till 10 kPa. Släntstabiliteten bedöms vara tillfredsställande under nuvarande förhållanden.

Vid **beräkningssektion C** har grundvattennivån i friktionsjorden under leran valts till +44.2, vilket ligger ca 1.8 m över den högsta uppmätta nivån i den närbelägna punkten 4. De prognostiserade grundvattennivåerna för punkt 4 ger en nivå av +42.9, se bilaga 1, vilken ligger ca 1.3 m under den vid beräkningarna använda grundvattennivån. Den övre grundvattenytan har lagts i nivå med markytan. Trafiklasten på Allévägen har valt till 10 kPa. Släntstabiliteten bedöms vara tillfredsställande under nuvarande förhållanden.

I **beräkningssektion 3** har portrycket valts utifrån portrycksprognoserna i punkterna 101 och JGB7. De prognostiserade trycknivåerna är 0.1 à 0.2 m över de högsta uppmätta.

Dämningsnivåerna i Göta Älv är enligt gällande vattendom mellan +38.4 och +39.5. Lägsta vattennivå (LLW) har därför valts till +38.4. Dimensionerande trycknivåer på portrycket har valts till 0.2 m à 0.5 m över prognostiserade nivåer.

Inom planområdet har en ytlast av 10 kPa ansatts.

Släntstabiliteten bedöms utifrån de beräknade säkerhetsfaktorerna vara tillfredsställande för nuvarande förhållanden. En kontroll av erosionsförhållandena i undervattensslänten vid sektion 3 har utförts av Hydro-GIS, se bifogad rapport. Hydro-GIS bedömer att erosion ej pågår utan snarare att sediment pålagras utmed slänten. Man bör emellertid överväga framtida

kontroller av erosion med hänsyn till klimatförändringar.

Vid slänten strax väster om Kv Älvdalen har Geo-väst 1985 gjort undersökningar i två sektioner (GAB13-15 och GAB 31-33), se vår rapport. Jordlagren utgörs enligt undersökningarna i huvudsak av fasta jordlager såsom torrskorpelera och sand, men vid punkt 203 finns ett 1 à 1.5 m tjockt lerlager. Våra nya undersökningar bekräftar resultaten av de gamla undersökningarna. Geo-väst har beräknat släntstabiliteten i sektionen GAB31-33, se figur 2, och för två portrycksfördelningar. Vid hydrostatisk portryck i hela slänten erhålls  $F_{\text{c}\phi} = 2.2$ . Vid hydrostratiskt portryck i den övre delen av slänten och 20 kPa övertryck i friktionsjorden vid släntfoten erhålls  $F_{\text{c}\phi} = 1.8$ . I samtliga fall erhålls  $F_c = 3.0$ . Vi har kontrollerat beräkningarna och finner motsvarande säkerhetsfaktorer och bedömer därför att släntstabiliteten är tillfredsställande under nuvarande förhållanden.

Lokalstabiliteten för Vänersborgsvägen har kontrollerats i en sektion med läge enligt figur 2. Den beräknade säkerhetsfaktorn är större än 2 och släntstabiliteten bedöms vara tillfredsställande.

Släntstabiliteten bedöms vara tillfredsställande inom och i anslutning till planområdet för nuvarande förhållanden och den planerade bebyggelsen bedöms kunna utföras utan att stabiliteten blir otillfredsställande. Släntstabiliteten bör emellertid kontrolleras när utformningen av den planerade bebyggelsen, med eventuella uppfyllnader, schakter mm, är känd.

## Grundläggning/Sättning

Förutsättningarna för en byggnation med yttlig grundläggning bedöms som goda inom huvuddelen av området.

Jordlagrens mäktighet, skjuvhållfasthet och konsolideringsförhållanden varierar dock kraftigt inom området. Med ledning av de utförda skjuvhållfasthetsbestämningarna och kompressionsförsöken, har området delats in i

**västra och östra delen**, se i figur 2. Det skrafferade området öster om den blå begränsningslinjen bedöms utgöra en "övergångszon" mellan den västra och östra delen. Leran inom övergångszonen har i denna undersökning antagits ha samma konsoliderings-egenskaper som inom den östra delen. Sannolikt kan leran påföras viss belastning inom detta område utan risk för långtidssättningar, men detta bör i så fall undersökas genom kompletterande kompressionsförsök i samband med projekteringen.

Inom den **västra delen** bedöms leran preliminärt kunna påföras en belastning av 20 à 30 kPa utan risk för långtidssättningar. Byggnader bedöms kunna grundläggas i de ytliga jordlagren med platta på mark eller med kryppgrund. Viktigt är dock att förhållandena är likartade under byggnaderna. Kompletterande undersökningar kan därför komma att erfordras i samband med detaljprojekteringen av planerad bebyggelse, gator, VA mm. De kompletterande undersökningarna kan eventuellt visa att större belastningar tillåtas.

Inom den södra delen har vid våra undersökningar "dålig" fyllning med 1 m tjocklek påträffats. Trollhättans Stad utförde i december 2008 provgröpar i totalt 12 punkter, för att undersöka förekomst av ferrokalk, inom områden markerade i figur 2. Enligt beställaren påträffades ingen ferrokalk.

Bohusgeo har sammanställt bilder som tagits av Trollhättans Stad i samband med progropsgrävningarna. Bilderna och lägena redovisas i bilaga 4.

Bilderna visar att jordlagren delvis utgörs av fyllning med inslag av byggnadsmaterial. I samband med exploatering/projektering bör förekomsten fyllningens omfattning undersökas inom de områden som markerats i figur 2. Vid byggande, bör de befintliga fyllnings- och byggnadsresterna tas bort och en schaktbottenbesiktning därefter göras av sakkunnig. Eventuella dåliga massor ersätts med friktionsjord som packas.

Inom den **östra delen** bedöms belastningar ej kunna påföras leran utan risk för långtidssätt-

ningar. Grundläggning av byggnader bör utföras med pålar eller med ytlig grundläggning med lastkompensation. Beroende på byggnadstyp och lerdjup kan stödpålar eller kohesionspålar komma att bli aktuella. Om kompensationsgrundläggning utförs är det viktigt att förhållandena är likartade under byggnaderna. Om uppfyllnader ej kan undvikas, bör belastningen av dessa detaljstuderas och eventuellt kompenseras.

Bebyggelse med friliggande småhus bedöms kunna utföras enligt redovisat skissförslag i figur 1.

## Gator och vägar

För att ej överskrida tillåten belastning på leran och möjliggöra en ytlig grundläggning bör nivå-sättningen av gator och tomtmark i möjligaste mån utföras så att uppfyllnader undviks.

## Ledningar

Ledningar bör förläggas så att en utdränering av området undviks. Ledningsschakter bör förses med strömningsavskärande fyllningar.

## Schaktning

Vid schaktning bedöms en släntlutning av 2:1 erfordras vid ett max schaktdjup av 2 m. Vid schakt under grundvattennivån eller vid riklig nederbörd eller vattentillrinning kan flackare släntlutning och/eller erosionsskydd erfordras. Totalstabiliteten bör kontrolleras i samband med schakter.

## Infiltration

För att ej minska grundvattenbildningen, inte orsaka sättningar, erhålla viss rening av dagvatten, inte påverka omkringliggande vegetation mm bör infiltration utföras.

## Markradon

Mätning av radonhalten i marken har ej utförts i på grund av att jorden varit vattenmättad. Inom huvuddelen av området utgörs jordlagren emellertid av lera (tät jord), vilket innebär att

marken kan klassas som lågradonmark. Inga byggnadstekniska åtgärder ur radon-skyddssynpunkt bedöms därför erfordras.

I den nordvästra delen finns dock partier med friktionsjord varför kompletterande radonmätningar bör utföras här.

## Kompletterande undersökningar i samband med projektering och byggande

För närvarande utför SGI en stabilitetsutredning som syftar till klarlägga påverkan på släntstabiliteten längs Göta älv med hänsyn till klimatförändringar. I uppdraget ingår bl.a. att bedöma framtida vattennivåer i älven med hänsyn till ändrade flöden, såsom LLW, MW och HHW. Inverkan på släntstabiliteten för planområdet av förändrade vattennivåer enligt SGI:s utredning bör kontrolleras vid fortsatt planering.

I samband med projekteringen måste nivå-sättning anpassas så att släntstabiliteten ej blir otillfredsställande. Kompletterande undersökningar kan komma att erfordras.

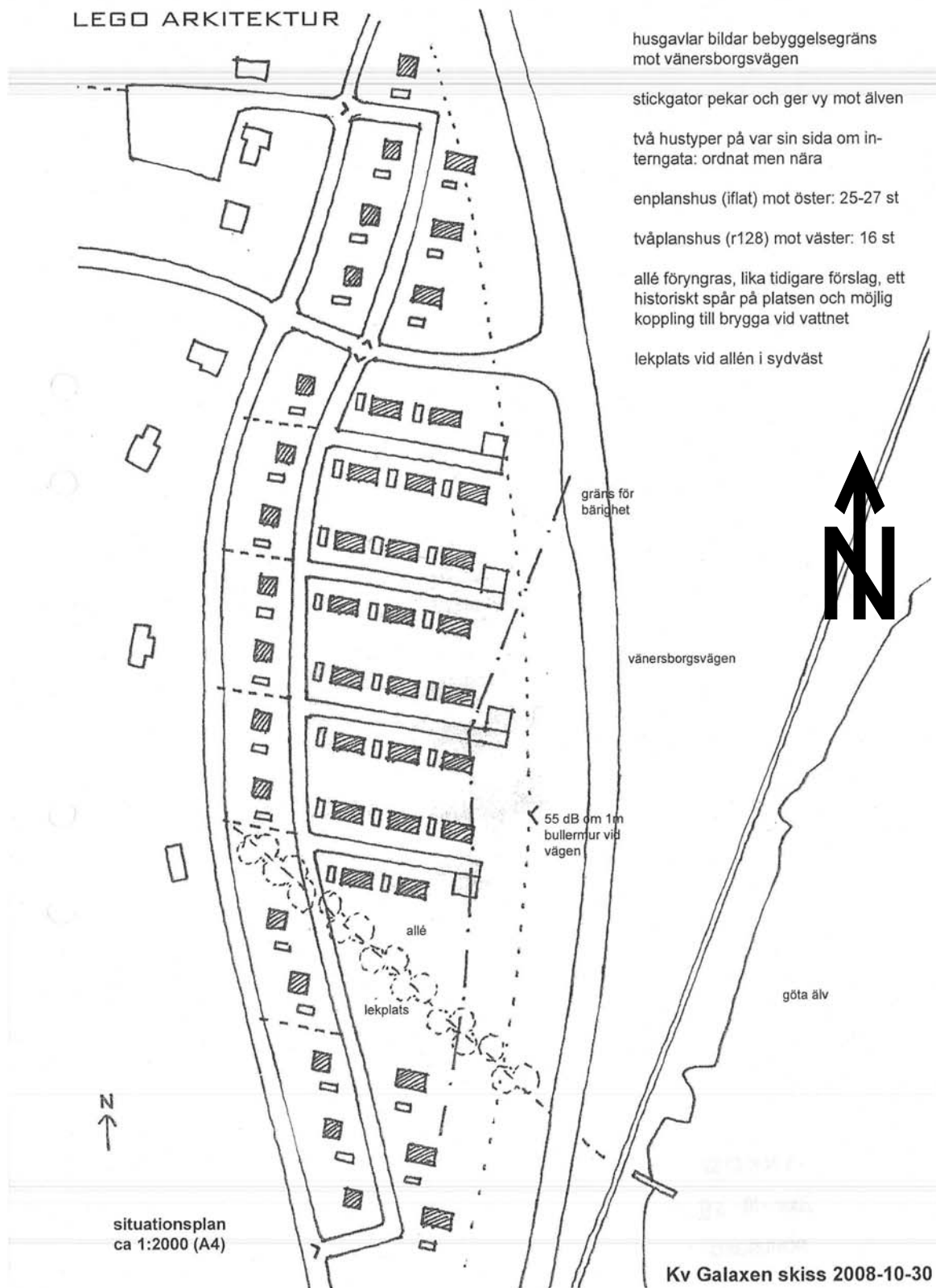
För att undersöka att tillräckligt jämna förhållanden, med hänsyn till grundläggning, erhålles vid planeringen av bebyggelsen inom området, kan kompletterande undersökningar komma att erfordras.

Undersökningar för att klarlägga omfattningen av fyllning, markerad i figur 2, bör utföras. En miljögeoteknisk undersökning rekommenderas.

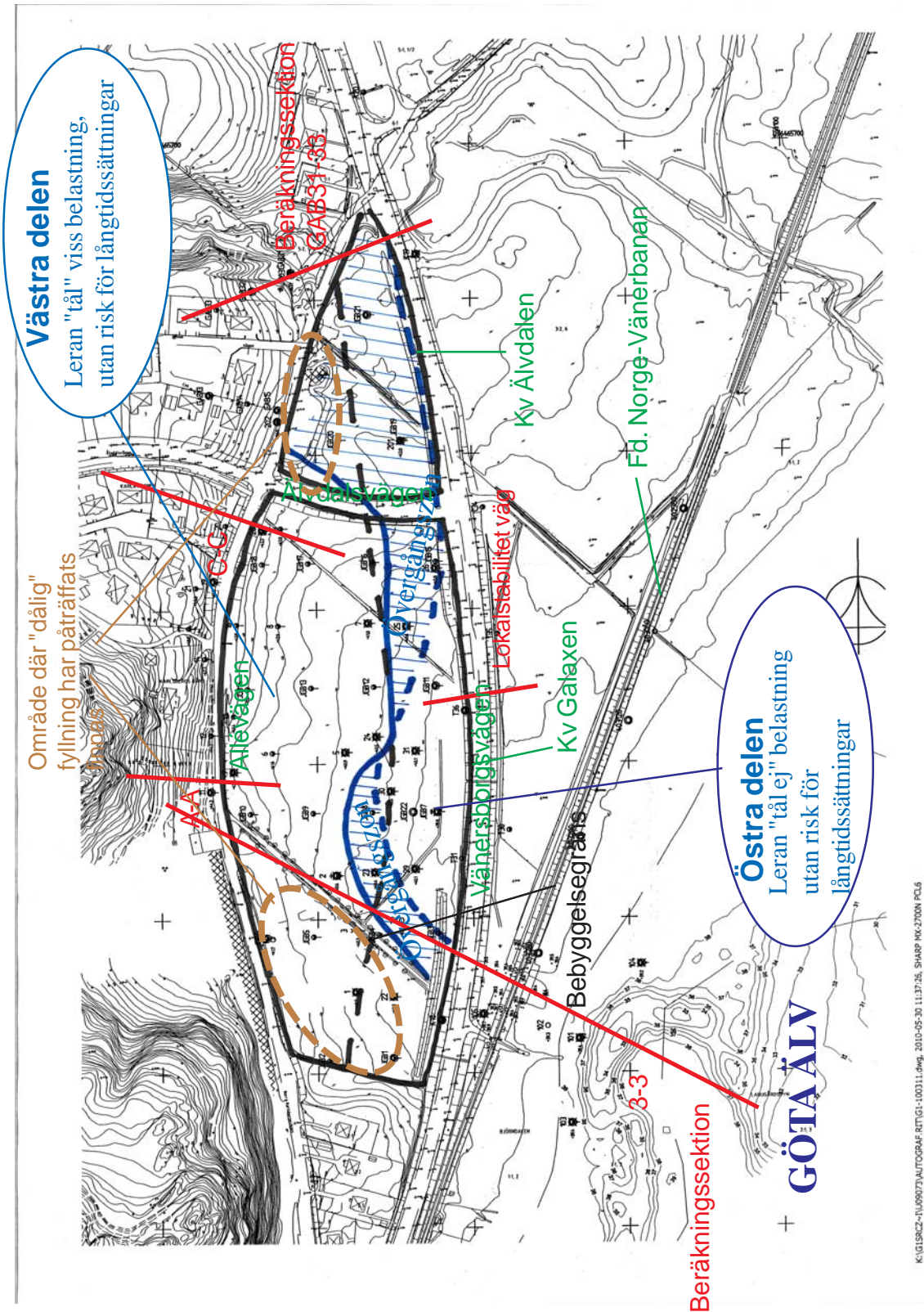
Om det i samband med de kompletterande undersökningarna eller vid byggnation påträffas partier med "ren" friktionsjord, bör kompletterande radonmätningar utföras.





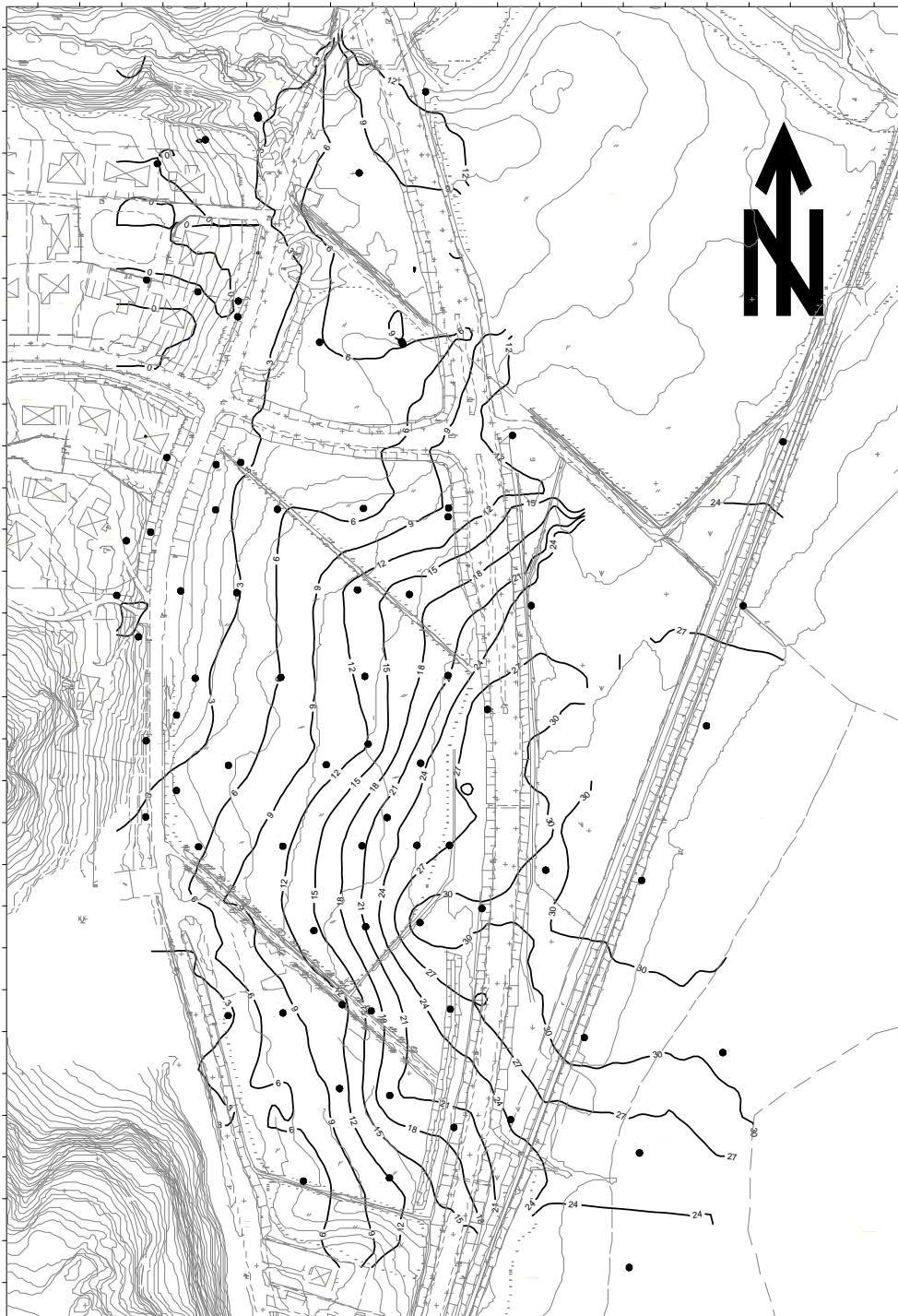


**Figur 1.**  
Skiss planerad bebyggelse Kv Galaxen och Kv Älvdalen, upprättad av Lego arkitektur



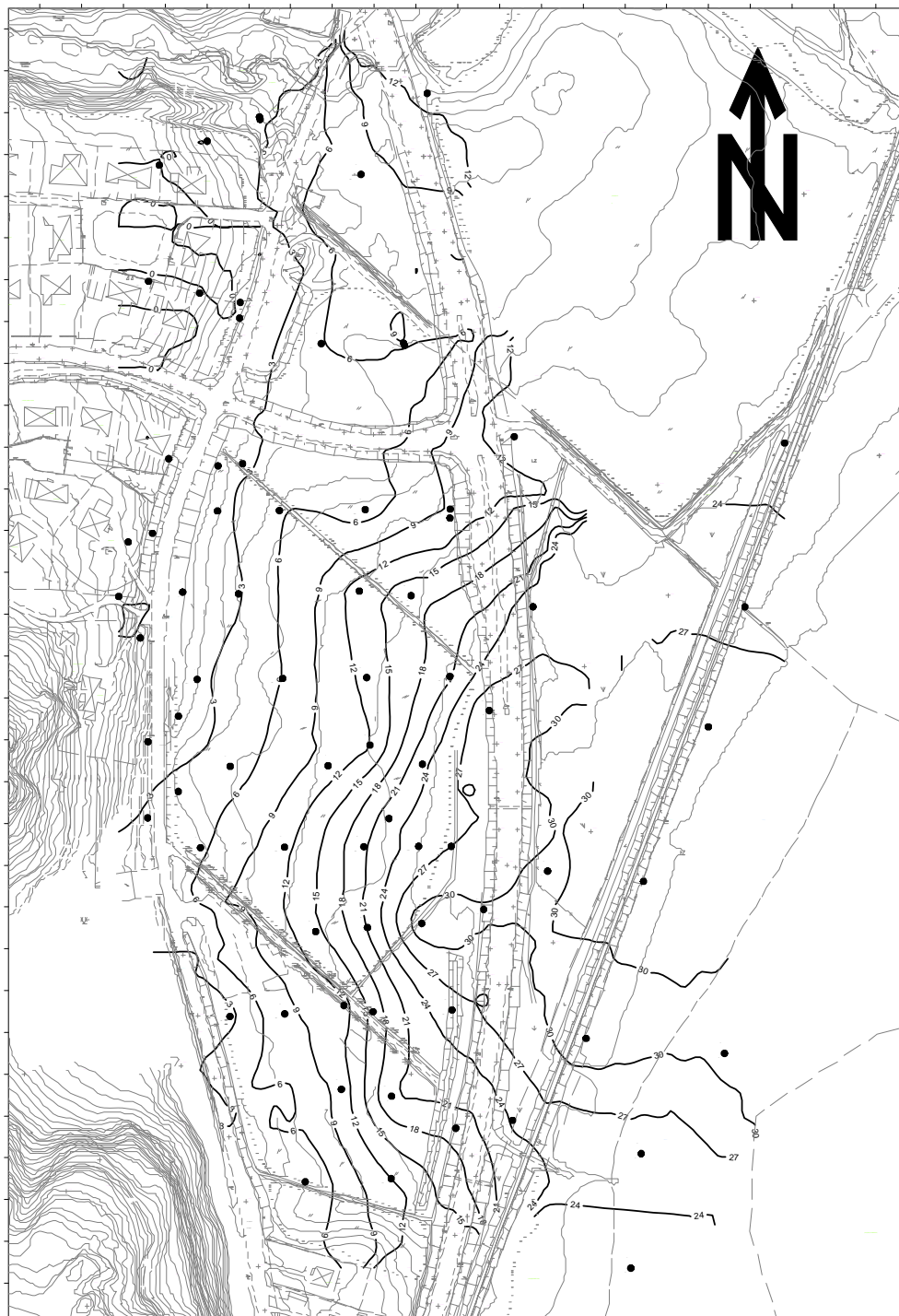
K:\GIS\K2-1\U09073\AUTOGRAF\RT\G1-1\0311.dwg, 2010-05-30 11:37:35, SHARP MK-3700N PCL

**Figur 2.**  
 Undersökningsområde, detaljplaneområde, beräkningssektioner mm.  
 Skala 1:4000



**Figur 3.**  
 Total jordlagermaktighet i meter (tolkade värden från sonderingar)



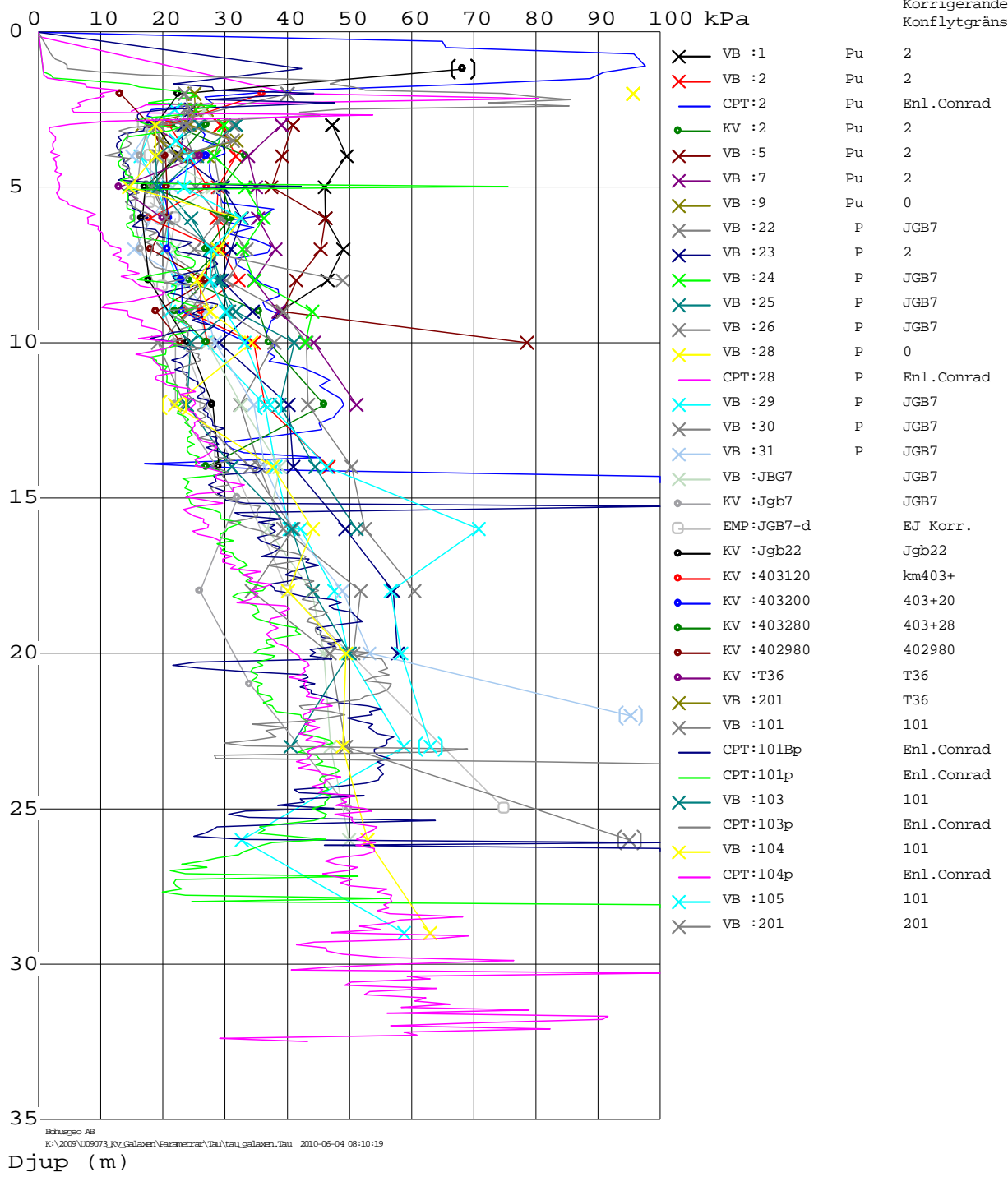


**Figur 4.**  
 Djup till lerans underkant i meter (tolkade värden från sonderingar)



Korrigerade värden

Utvärderat av Tobias Thorén  
2006-03-28

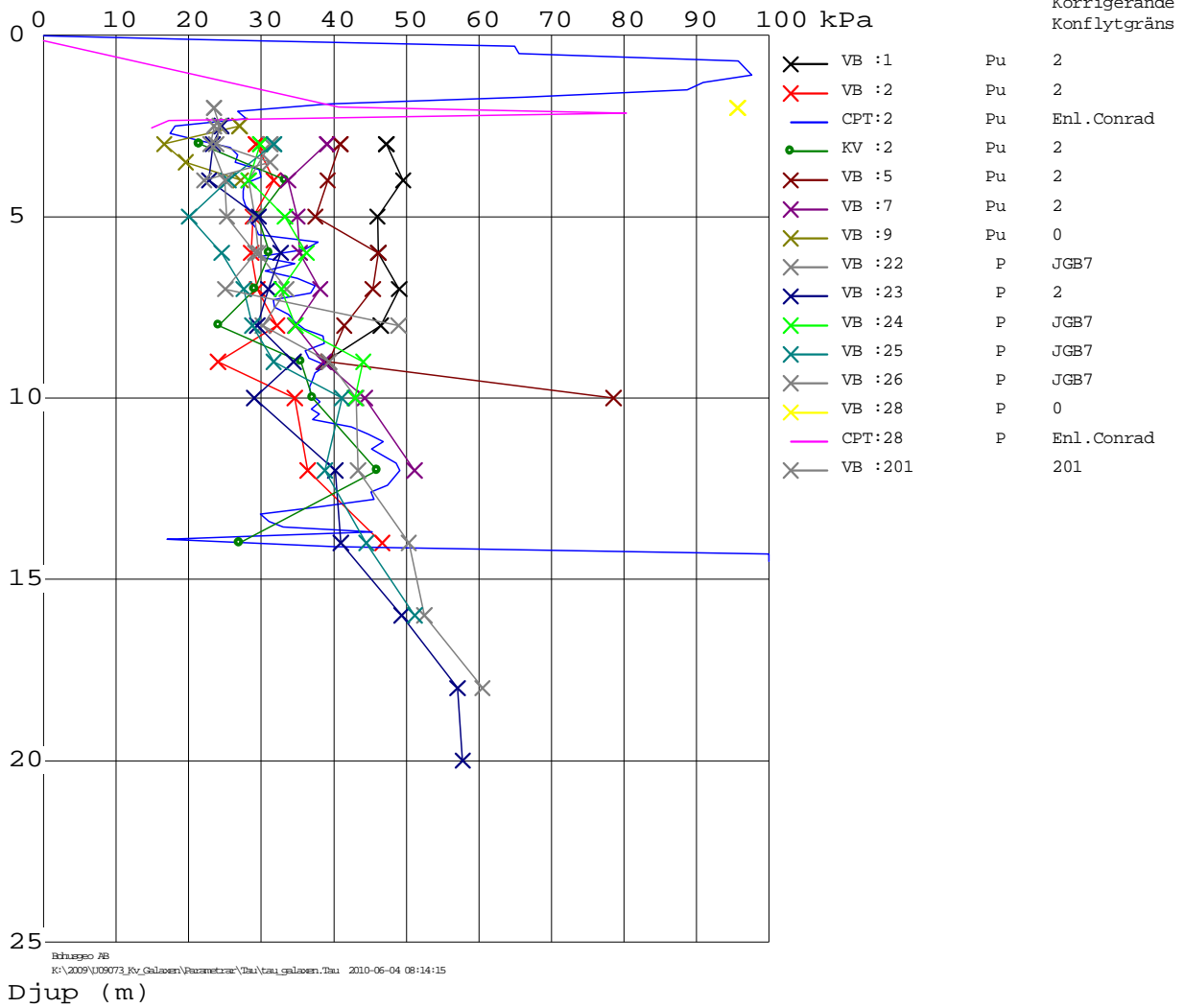


**Figur 5.**

Korrigerade skjuvhållfastheter, **hela området**, sammanställda efter djup

Korrigerade värden

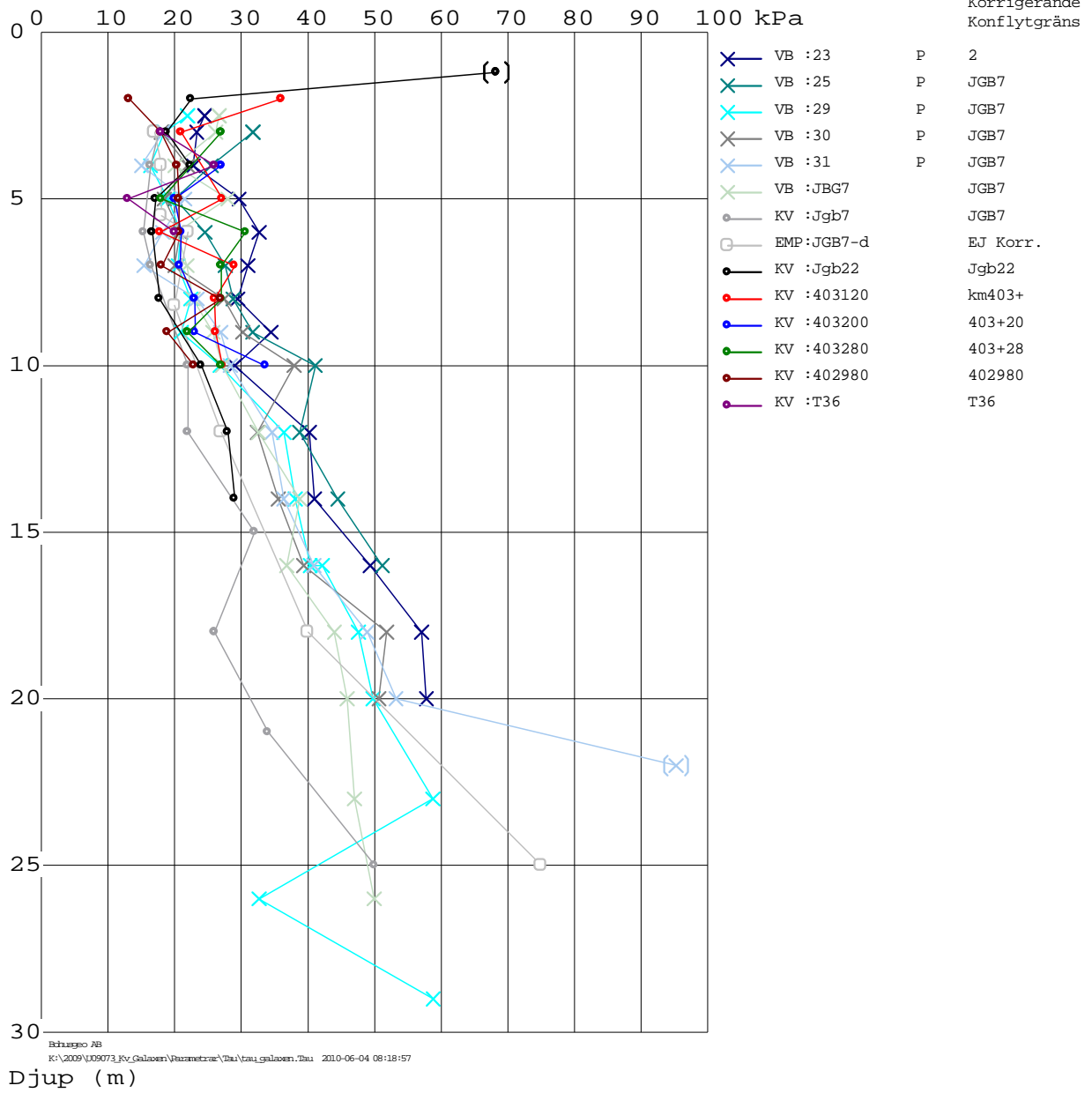
Utvärderat av Tobias Thorén  
2009-03-10



**Figur 6.**  
Korrigerade skjuvhållfastheter, *västra delen*, sammanställda efter djup

Korrigerade värden

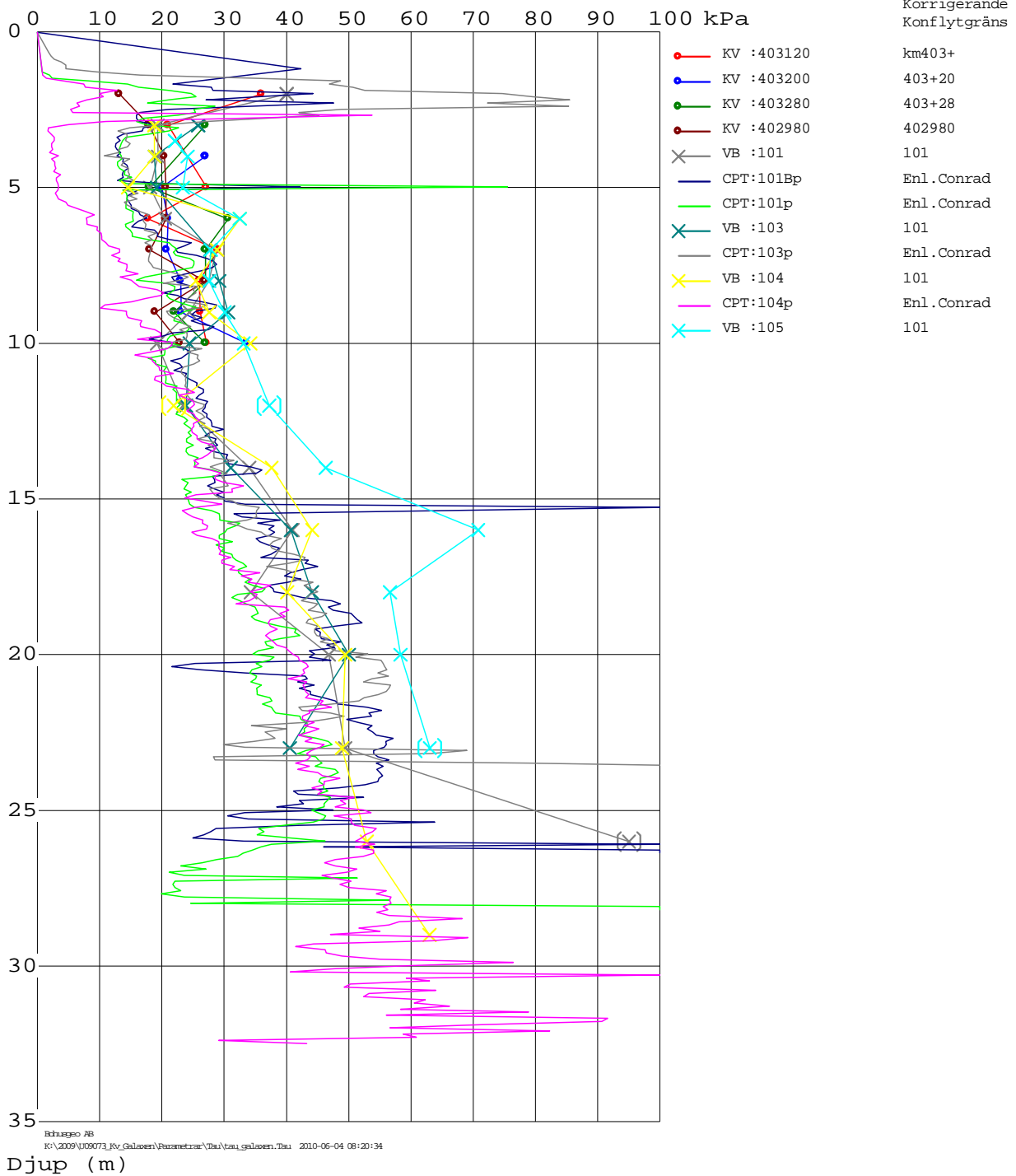
Utvärderat av Tobias Thorén  
2009-03-10



**Figur 7.**  
Korrigerade skjuvhållfastheter, östra delen, sammanställda efter djup

Korrigerade värden

Utvärderat av Tobias Thorén  
2009-03-10

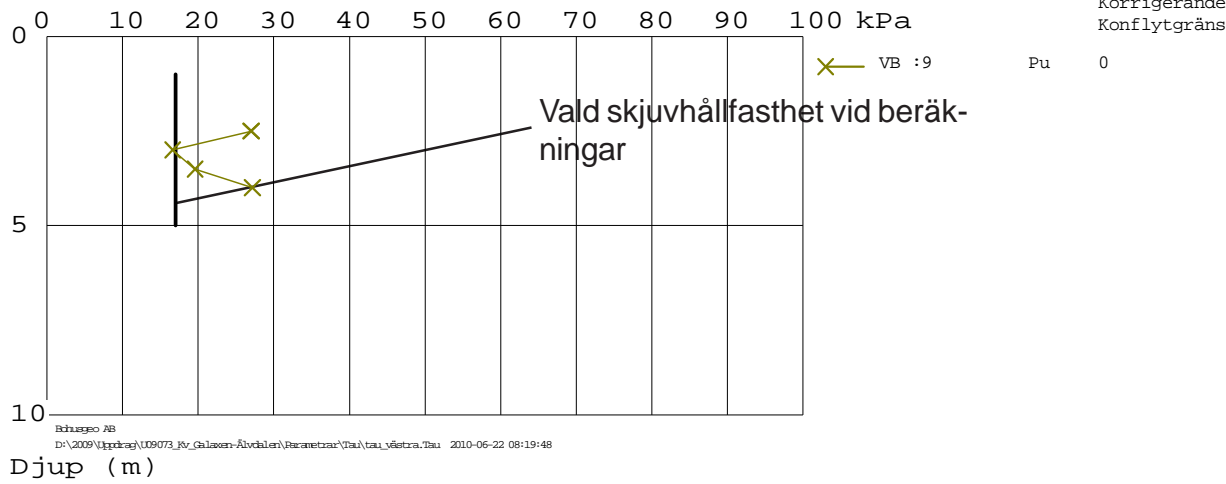


**Figur 8.**  
Korrigerade skjuvhållfastheter, Göta Älv, sammanställda efter djup



Korrigerade värden

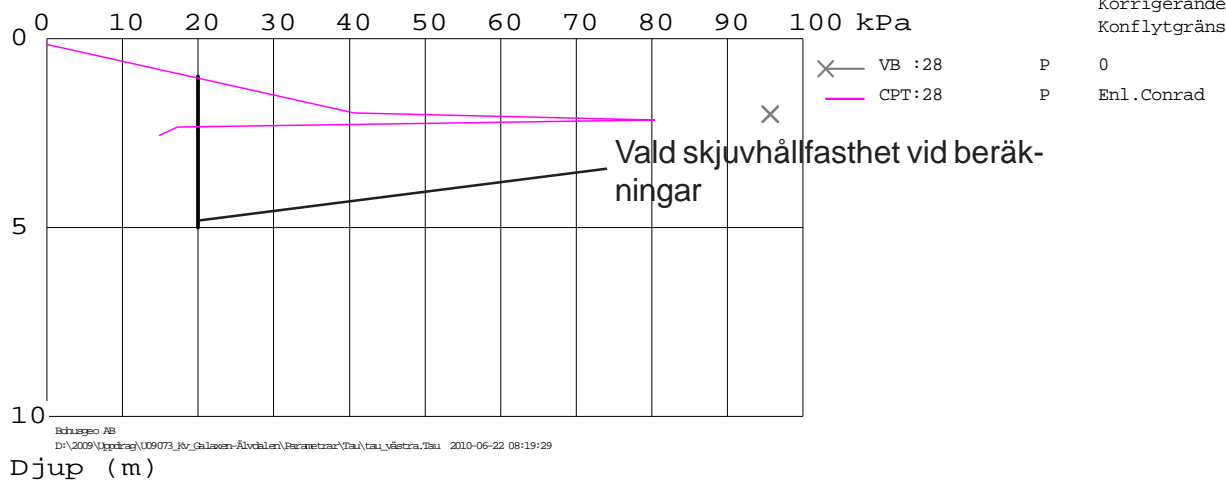
Utvärderat av Tobias Thorén  
2006-03-28



**Figur 9.**  
Korrigerade skjuvhållfastheter, **Sektion A**

Korrigerade värden

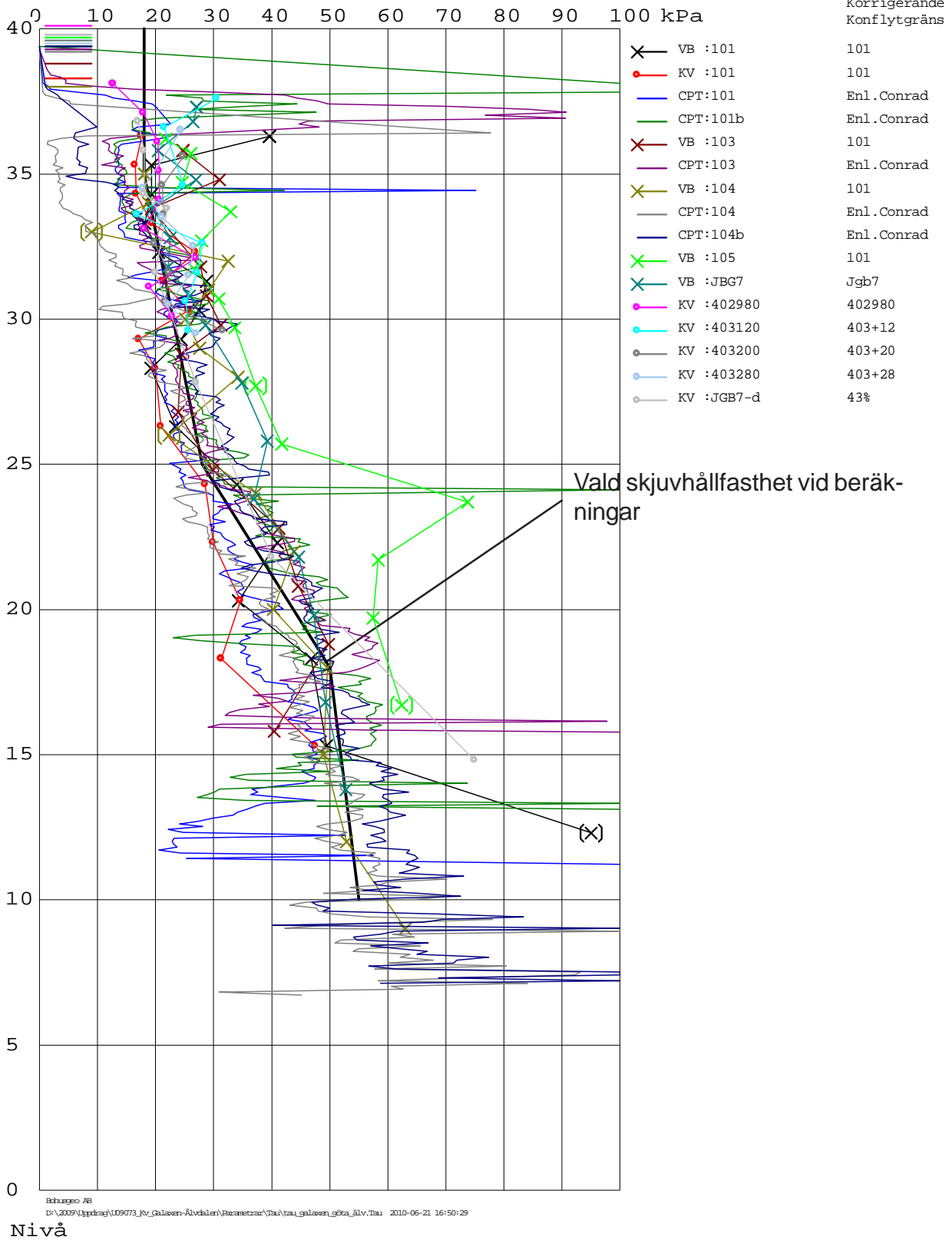
Utvärderat av Tobias Thorén  
2006-03-28



**Figur 10.**  
Korrigerade skjuvhållfastheter, **Sektion C**

Korrigerade värden

Utvärderat av Tobias Thorén  
2007-09-18



Figur 11.

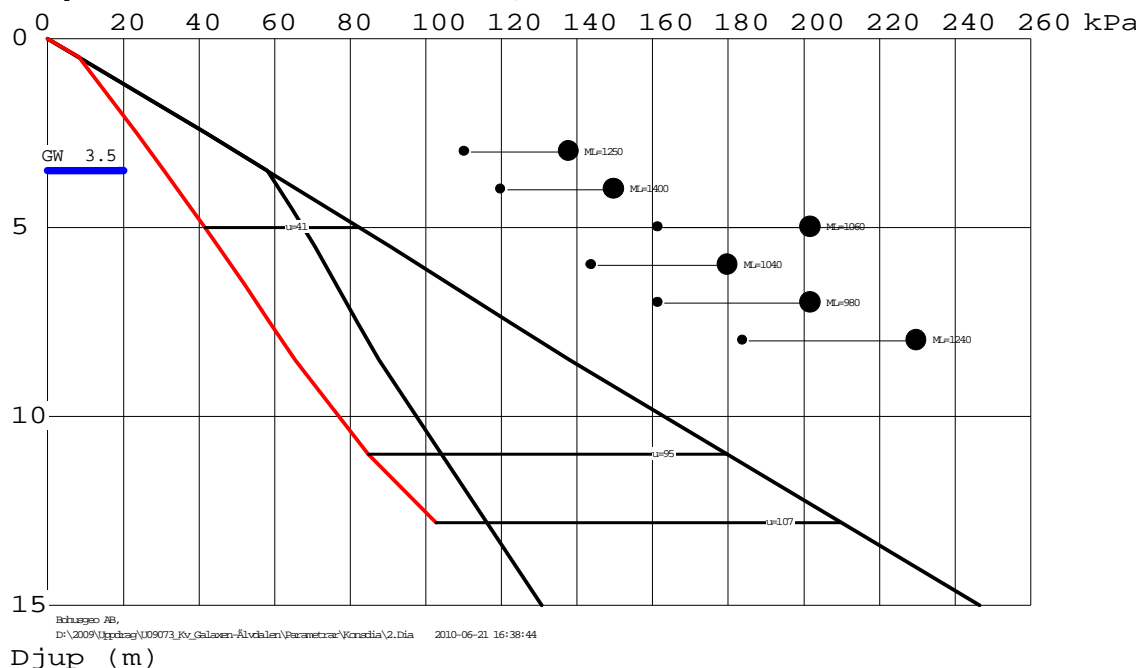
Korrigerade skjuvhållfastheter, Sektion 3, sammanställda efter nivå

Galaxen

2

Porvattnets densitet är 1.027 t/m<sup>3</sup>

Portryck mätta mellan 2005-11-18 och 2006-06-30, 17 mättillfällen



**Figur 12.**

*Konsolideringsförhållanden i punkt 2*

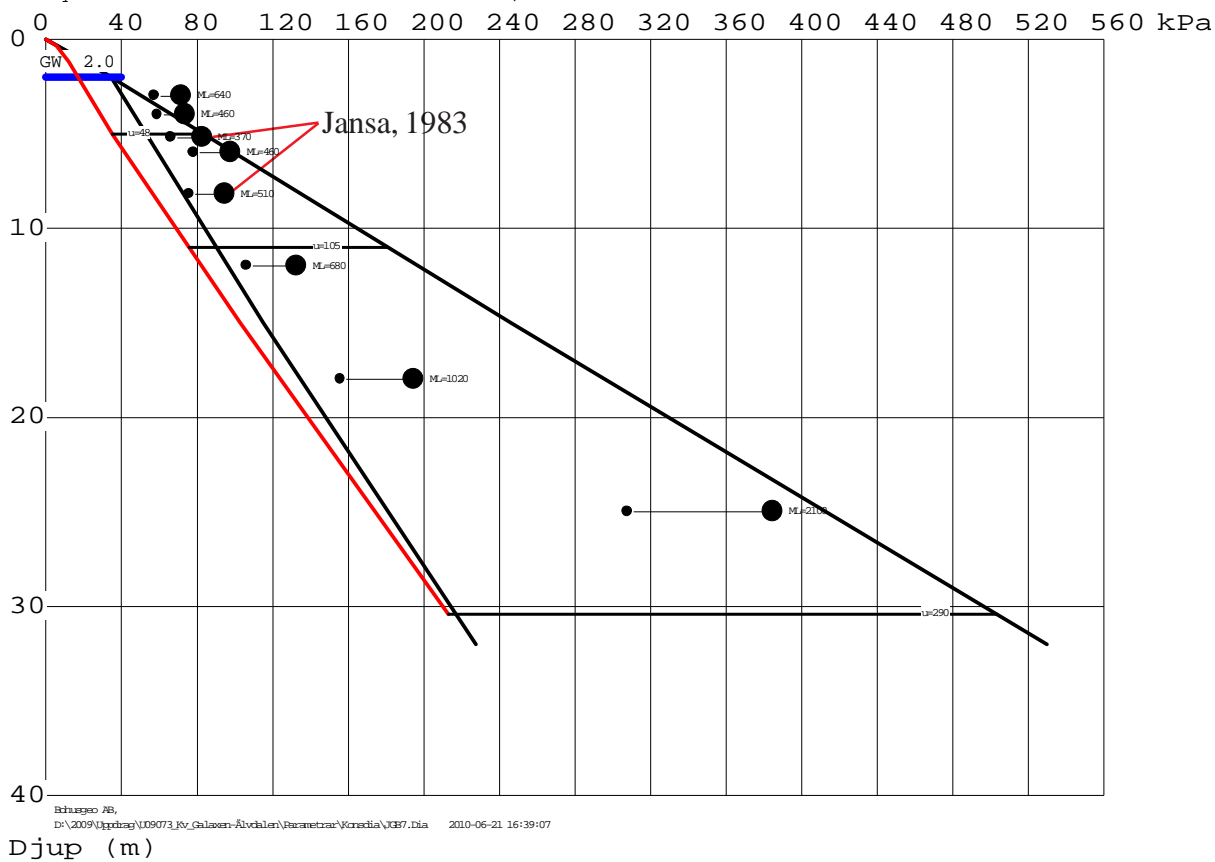
De stora svarta cirklarna i figurerna markerar förkonsolideringstrycket enligt CRS-metoden ( $\sigma'_c$ ). De små svarta cirklarna är 80 % av förkonsolideringstrycket ( $0.8 \times \sigma'_c$ ) och markerar vid vilken effektivspänning som man normalt brukar antaga att krypsättningar kan förväntas starta. För att kontrollera om detta antagande är rimligt utför vi ibland ödometerförsök (totalt 10 försök) där en och samma last fått belasta provet under ca 1 vecka. Resultaten av dessa försök har i flera fall visat att krypningen startar vid betydligt lägre spänningsnivå än det "normala" antagandet ( $0.8 \times \sigma'_c$ ). Vi har i denna undersökning ej utfört sådana krypförsök. Portrycksnivåerna i diagrammen motsvarar de lägsta uppmätta (röd linje). Den svarta linjen i diagrammet motsvarar en bedömd lägsta grundvattennivå.

Galaxen

JGB7

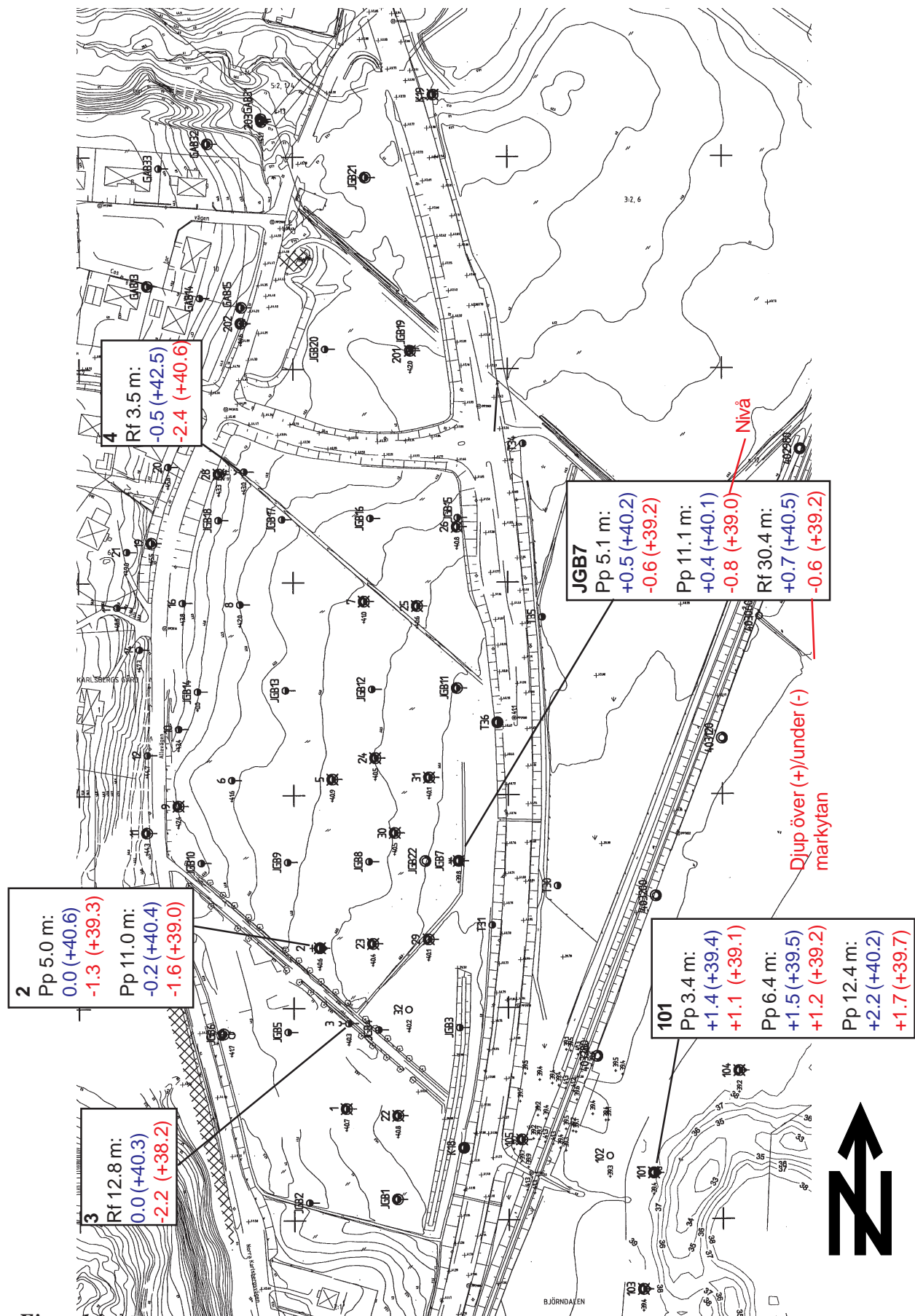
Porvattnets densitet är 1.027 t/m<sup>3</sup>

Portryck mätta mellan 2005-11-18 och 2006-06-29, 17 mättilfällen



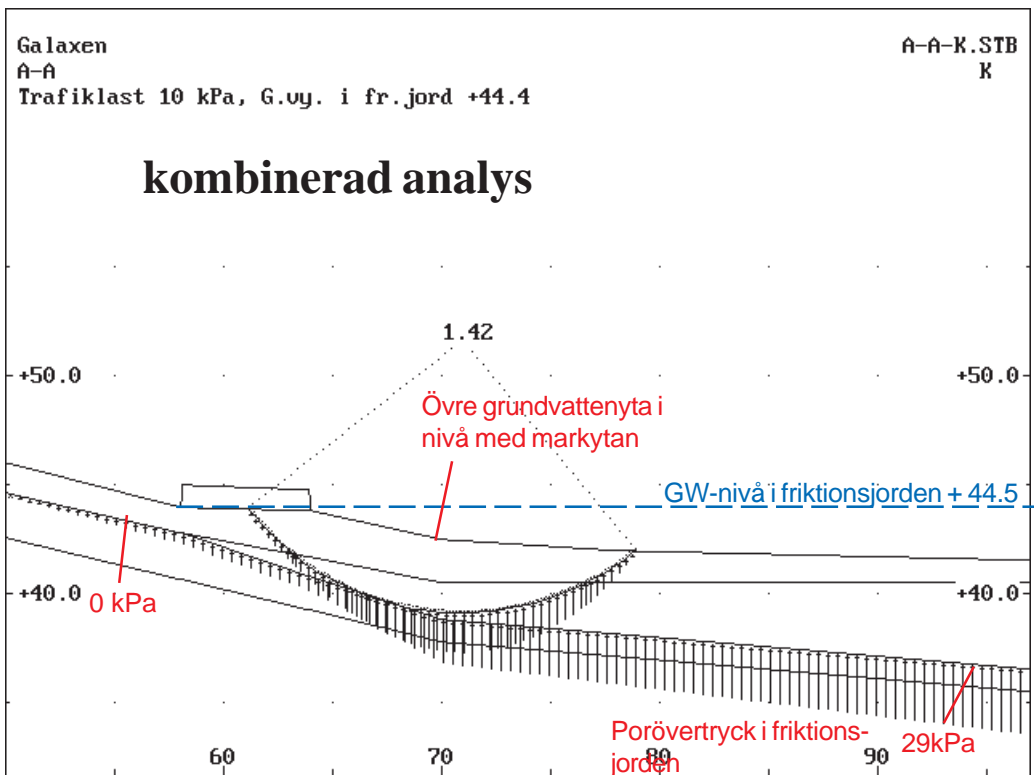
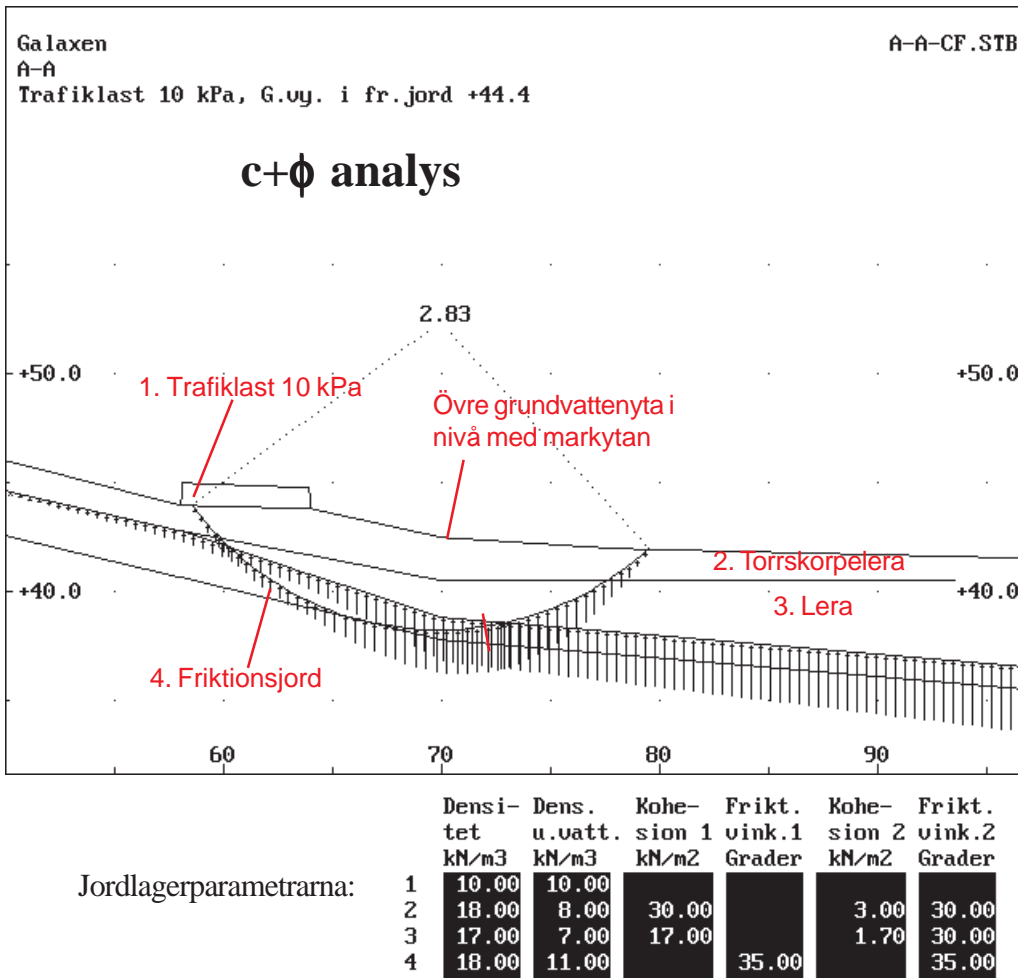
**Figur 13.**  
Konsolideringsförhållanden i punkt JGB7



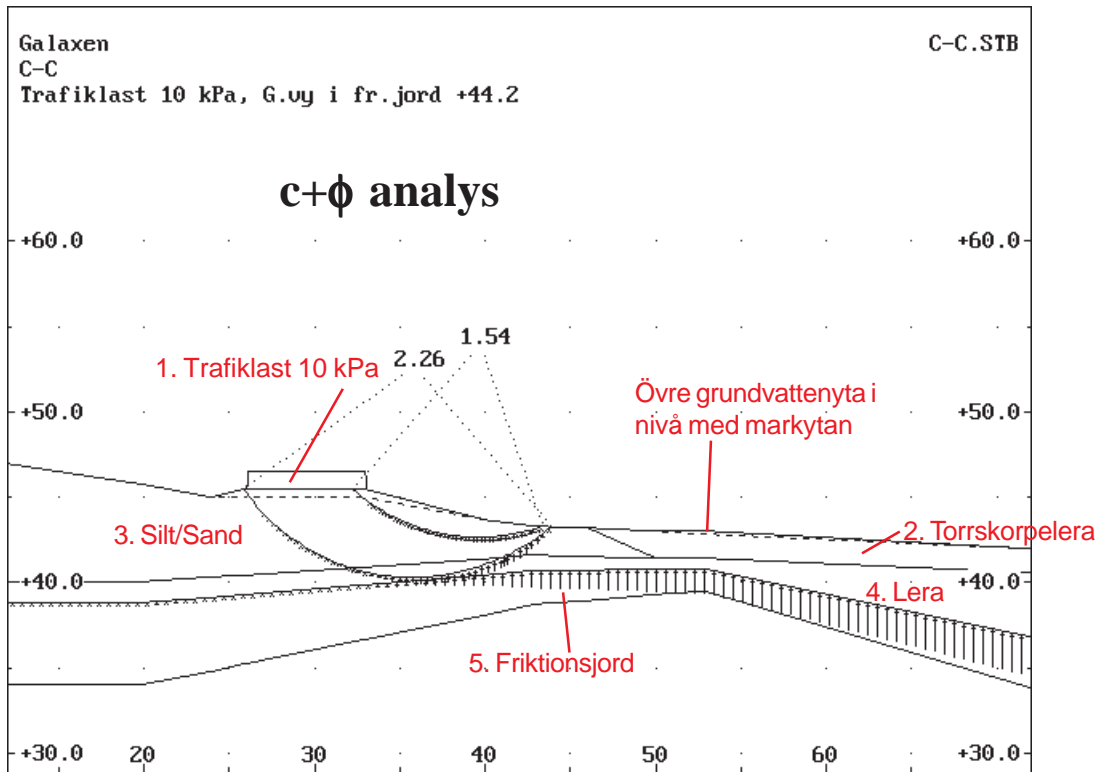


Figur 14.

Sammanställning av högsta (blå text) och lägsta (röd text) uppmätta grundvattennivåer och portryck

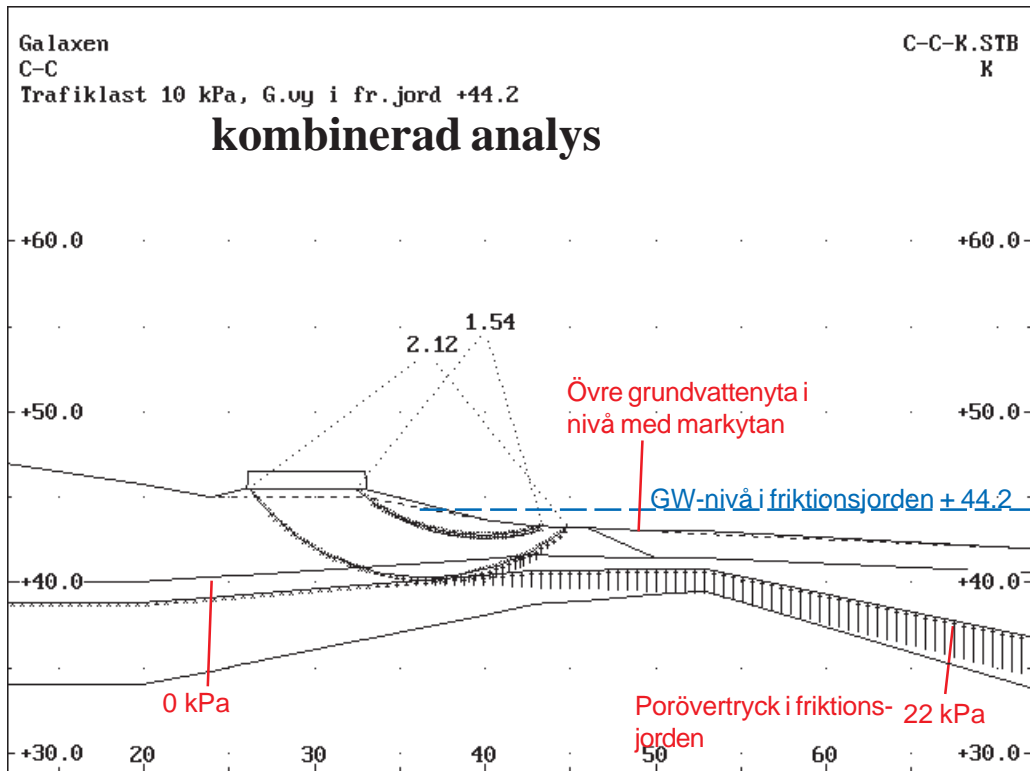


**Figur 15.**  
Släntstabilitetsberäkningar, sektion A



Jordlagerparametrarna:

	Densitet kN/m <sup>3</sup>	Dens. u.vatt. kN/m <sup>3</sup>	Kohesion 1 kN/m <sup>2</sup>	Frikt. vink.1 Grader	Kohesion 2 kN/m <sup>2</sup>	Frikt. vink.2 Grader
1	10.00	10.00				
2	17.00	7.00	30.00		3.00	30.00
3	18.00	10.00		32.00		32.00
4	17.00	7.00	20.00		2.00	30.00
5	19.00	11.00		35.00		35.00



**Figur 16.**  
Släntstabilitetsberäkningar, sektion C

*Trollhättans Stad  
Magnus Stjärnberg  
Tillväxt och utveckling  
Box 595  
461 29 Trollhättan*

*Uddevalla 2015-09-11*

## **Kv Galaxen**

Trollhättan  
Detaljplan

## **Geoteknik**

### **Bilagor**

- 1: Planerad bebyggelse, A-skiss
- 2: Utdrag ur PM 2010-10-08, översikt grundläggningsförhållanden mm

Den planerade bebyggelsen framgår av Bilaga 1, och utgörs av dels av stadsvillor i 2 och 4 våningar, dels av omsorgsboende, som brukar vara i ett plan.

I Bilaga 2 har det markerats dels ett västligt område, där leran bedömts kunna uppta tillskottslaster utan risk för långtidssättningar, dels ett östligt område där leran inte bedömts kunna uppta ytterligare tillskottsbelastningar utan risk för långtidssättningar. Områdena delas i stort sett av med gränsen för bebyggelse. Mellan områden finns en övergångszon.

Preliminärt har vi bedömt att leran i det västra området kan uppta tillskottslaster på 20 à 30 kPa. Som tumregel brukar man säga att varje våningsplan ger 10 kPa i tillskottslast. Exempelvis uppgår tillskottslasten av t.ex en tvåplansvilla till 20 kPa. Därtill kommer last av fyllning samt eventuell grundvattensänkning. Vi bedömer därför att förutsättningarna för en ytlig grundläggning direkt i mark av 1-2 våningsbyggnader är goda inom detta område, medan högre byggnader kan behöva att lastkompenseras med lättfyllning eller pålgrundläggas. Detta får detaljstuderas och eventuellt erfordras ytterligare undersökningar.

Släntstabiliteten har sedan tidigare studerats, dels mot Göta Älv, dels i slänter väster om planområdet. För nuvarande förhållanden bedöms släntstabiliteten vara tillfredsställande.

Vi bedömer att inverkan på släntstabiliteten gentemot Göta Älv till följd av bebyggelse är liten. Däremot bör släntstabiliteten kontrolleras för de västliga slänterna, när nivåställningen av området är känd.

Uppdragsansvarig

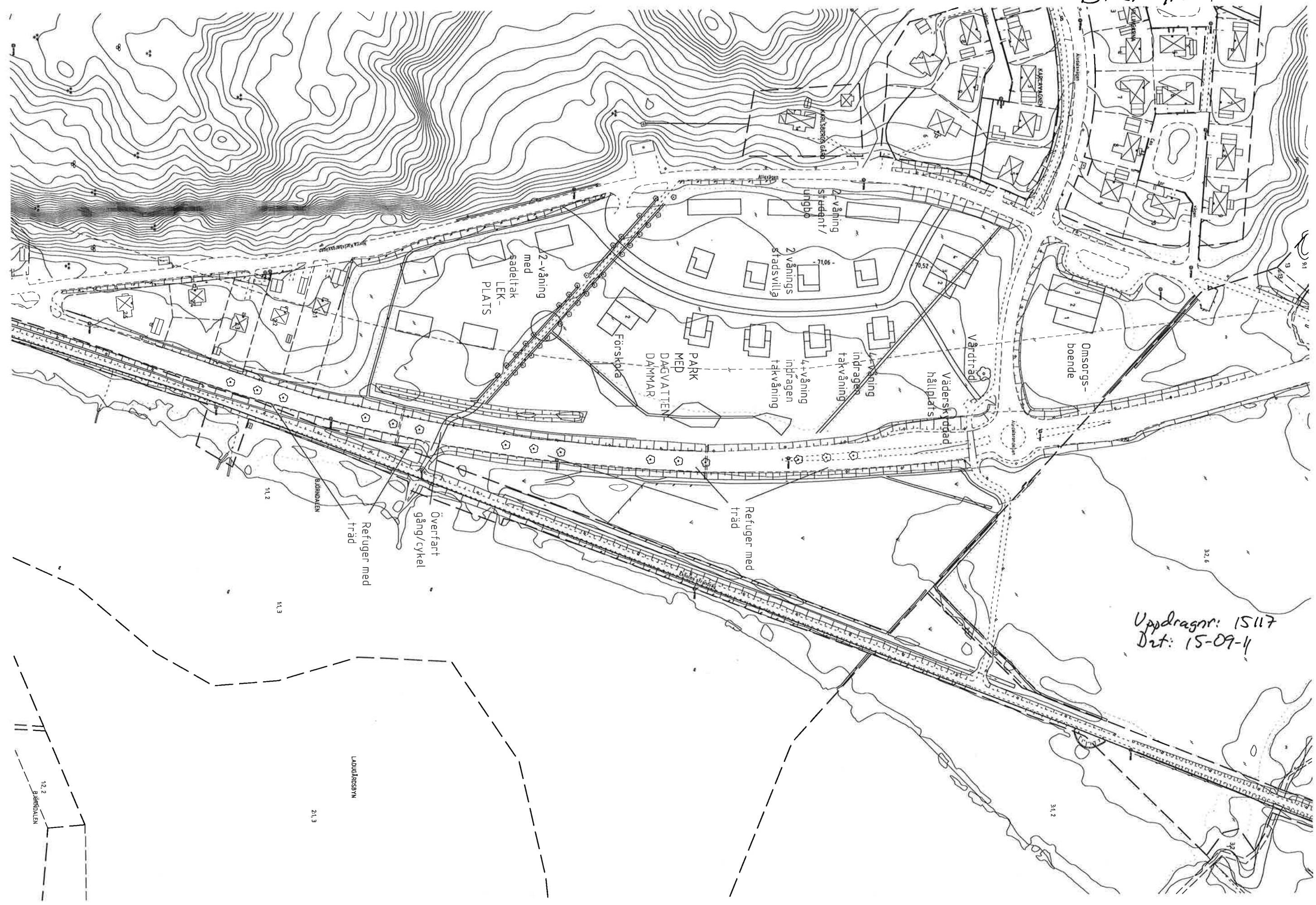
Granskning



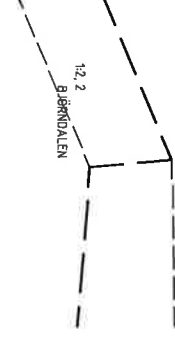


*Tobias Thorén**Henrik Lundström*

BILAGA 1



Uppdrag nr: 15117  
Drt: 15-09-11



LADUGÅRSPÅN

21.3

32.6

34.2

14.2

14.3

Refuger med träd

Överfart gång/cykel

Refuger med träd

Omsorgs-boende

Vårdträd

Väderskötad hållplats

4-våning indragen takvåning

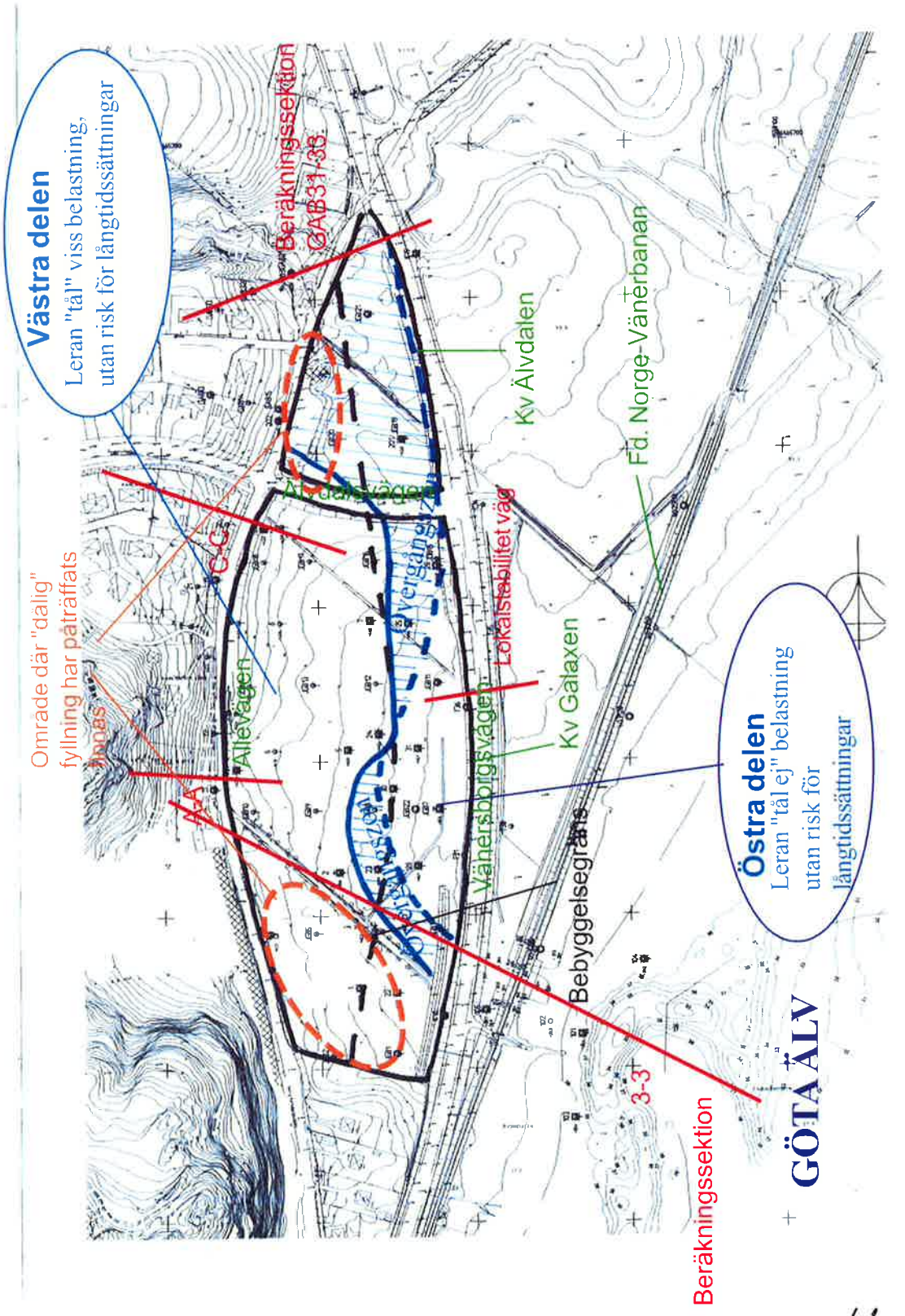
2-vånings stadsvilla

PARK MED DAGVATTEN DAMMAR

Förskola

2-våning med sadeltak LEK-PLATS

2-våning strödd/ungdd



Figur 2.

Undersökningsområde, detaljplaneområde, beräkningssektioner mm.  
Skala 1:4000

Uppdragsnr: IS117  
Dat: 15-09-11