



© Bohusgeo

Projekterings-PM/Geoteknik PM/Geo

Sportcentrum och Torpagärdet Vänersborg Detaljplan

Uppdragsnr: 22128

Bohusgeo AB 2023-02-14

Beställare

Kund: Vänersborgs kommun
Kontaktperson: Angelika Lunnari

Bohusgeo AB

Uppdragsnummer: 22128
Uppdragsledare: Daniel Lindberg
Handläggare: Frida Lundin
Granskning: Daniel Lindberg

Bastionsgatan 26
451 50 Uddevalla
Org.nr. 556601-5243
Tel. vxl. 0522-946 50
bohusgeo.se

Innehållsförteckning

1.	Uppdrag och syfte	2
2.	Underlag	2
3.	Styrande dokument	2
4.	Befintliga förhållanden	2
4.1.	Mark, vegetation och topografi	2
4.2.	Geotekniska förhållanden	3
4.3.	Geohydrologiska förhållanden	5
5.	Släntstabilitet	5
5.1.	Allmänt	5
5.2.	Valda parametrar	6
5.3.	Beräkningar	6
5.4.	Resultat/slutsats	7
6.	Grundläggningsförutsättningar	7
7.	Schaktning	7
8.	Infiltration	8
9.	Bergras och blocknedfall	8
10.	Markradon	8
11.	Kompletterande undersökningar i samband med projektering och byggande	8

Bilagor

Bilaga 1:1-1:4	Härledda värden
Bilaga 2:1-2:4	Portryckprofiler
Bilaga 3:1-3:6	Släntstabilitetsberäkningar
Bilaga 4:1-4:4	Berg

1. Uppdrag och syfte

Bohusgeo AB har på uppdrag av Vänersborgs kommun utfört en geoteknisk undersökning inom Vänersborgs sport centrum och Torpagärdet.

Uppdragets syfte är att undersöka de geotekniska förhållandena och att utreda förutsättningarna för detaljplan med avseende på släntstabilitet, översiktliga grundläggningsförhållanden.

2. Underlag

Underlag för de i denna PM redovisade utvärderingarna utgörs av:

- Fält- och laboratoriearbeten utförda av Bohusgeo AB för projektet. Resultaten finns redovisade i en MUR daterad 2023-02-14, uppdragsnummer 22128.
- PM/Geoteknik, Arena Vänersborg för sättningsutredning, upprättad av Bohusgeo daterad 2019-03-05, uppdragsnummer 19075.
- SGU jordartskarta och bergskarta.

3. Styrande dokument

Utredningen har utförts i enlighet med tillämpliga delar i dokument förtecknade i Tabell 1.

Tabell 1. Styrdokument.

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
Släntstabilitet	Skredkommissionens rapport 3:95 IEG Rapport 4:2010 TKGeo
Slänter och bankar	IEG Rapport 6:2008, rev 1
Pålar	IEG Rapport 8:2008, rev 3 Pålkommisionens rapporter
Plattor	IEG Rapport 7:2008
Stödkonstruktioner	IEG Rapport 2:2009, rev 1
Förankringar	IEG Rapport 7:2010, rev 1
Stödmur	IEG Rapport 11:2010

4. Befintliga förhållanden

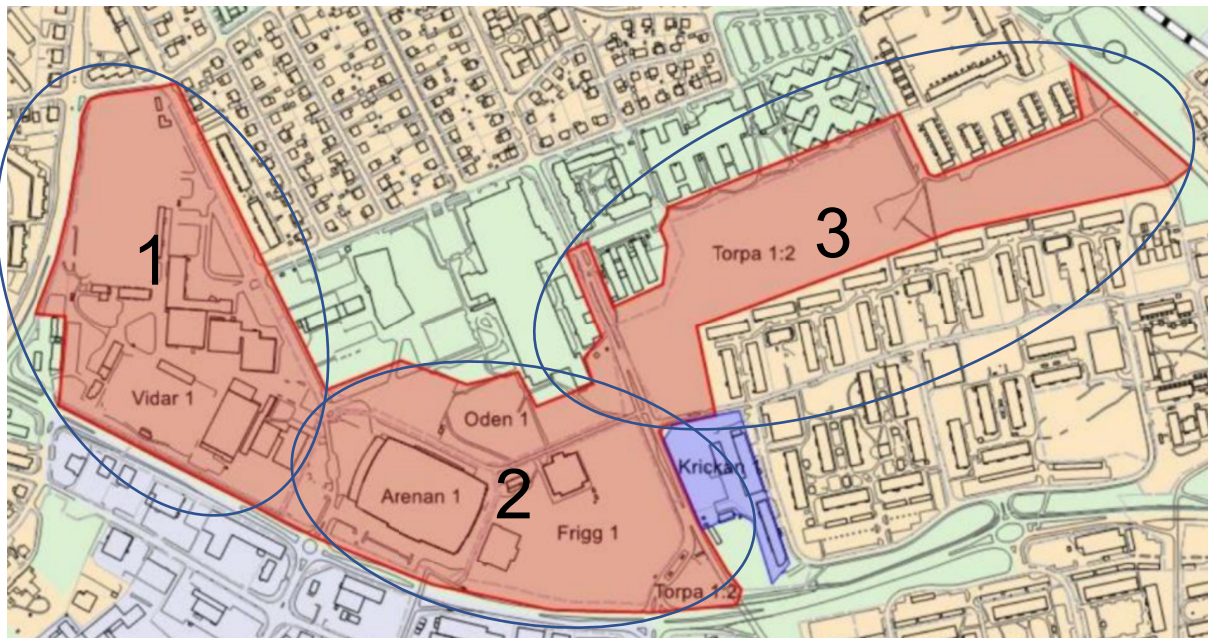
4.1. Mark, vegetation och topografi

Det undersökta området är ca 550 x 1 500 m och utgörs i huvudsak befintliga byggnader och anläggningar så som fotbollsplaner. I den östra delen består området i huvudsak av grönytor och en mindre del av en lekplats. Området av avgränsas i norr av befintlig byggnation och anläggningar, i öster av Marierovägen och befintliga bostäder, i söder av Gropprovägen och befintliga bostäder, och i väster av Edsvägen. Markytans nivå varierar mellan ca +47 och +51.

Markytan är i huvudsak plan och horisontell, mindre nivåskillnader kan förekomma inom begränsade partier.

4.2. Geotekniska förhållanden

Området har delats in i tre delområden, 1, 2 och 3, enligt Figur 1 nedan.



Figur 1. Områdesindelning i plan, detaljplaneområdet är markerade med rött.

4.2.1. Område 1

Det totala sonderingsdjupet varierar mellan ca 2 och ca 9 m. Jordlagren bedöms från markytan räknat i huvudsak utgöras av:

- fast ytlager
- lera
- friktionsjord vilande på berg

Det fasta ytlagret utgörs av **silt** eller fyllning av **sand** och underlagras av en **torrskorpesilt** och/eller **torrskorpelera**. Tjockleken varierar i huvudsak mellan ca 2 och ca 4 m. Humusjord, silt och sand förekommer i jordlagren. Vattenkvoten har uppmätts till mellan ca 10 och ca 40 %. Silten är mycket tjällyftande och starkt flytbenägen.

Lera har påträffats upp till ca 9 m djup under markytan. Lokalt kan "lös" lera saknas inom området.

Skjuvhållfastheten har i fält bestämts genom CPT-sonderingar. En sammanställning av skjuvhållfastheterna redovisas i Bilaga 1. Den, med hänsyn till konflytgränsen, ca 50%, korrigerade skjuvhållfastheten uppgår till mellan ca 12 och 40 kPa.

Friktionsjorden under leran har inte undersökts närmare. Sonderingarna har i regel trängt ned ca 0.2 m och stoppat i den fast lagrade friktionsjorden, i regel med stopp mot sten, block eller berg.

4.2.2. Område 2

Det totala sonderingsdjupet varierar mellan ca 2 och ca 24 m. Jordlagren bedöms från markytan räknat i huvudsak utgöras av:

- fast ytlager och fyllningar
- lera
- friktionsjord vilande på berg

Det fasta ytlagret utgörs av fyllningar av **grus** och **sand** eller av **silt** och **torrskorpelera**, fyllningar förekommer främst runt byggnaderna. Tjockleken varierar i huvudsak mellan ca 1 och ca 3 m. Vattenkvoten har uppmätts till mellan ca 5 och ca 40 %. Silten är mycket tjällyftande och starkt flytbenägen.

Lera finns till mellan ca 10 och ca 24 m djup under markytan. Lokalt, inom områdets nordöstra del saknas lera. Leran är i regel siltig. Vattenkvoten har i huvudsak uppmätts till mellan ca 55 och 75 %. Konflytgränsen har uppmätts till mellan ca 45 och ca 60 %.

Skjuvhållfastheten har i fält bestämts genom vingförsök och CPT-sonderingar och på laboratorium genom konförsök. Dessutom har en empirisk utvärdering med ledning av utförda CRS-försök utförts. En sammanställning av skjuvhållfastheterna redovisas i Bilaga 1. Den, med hänsyn till konflytgränsen, korrigerade skjuvhållfastheten uppgår till mellan ca 12 och 40 kPa.

Sensitiviteten varierar i regel mellan ca 15 och ca 105. Leran bedöms vara mellan- till högsensitiv och delvis kvick.

För att undersöka lerans sättningsegenskaper har kompressionsförsök typ CRS utförts, konsolideringsförhållandena redovisas i bilaga 1. För grundläggning, dimensionering mm, se rubrik Grundläggningsförutsättningar.

Friktionsjorden under leran har inte undersökts närmare. Sonderingarna har i regel trängt ned ca 0,3 m och stoppat i den fast lagrade friktionsjorden, i regel med stopp mot sten, block eller berg erhållits.

Bergnivån har bestämts genom jord-bergsondering och är belägen mellan ca 10 m och ca 22 m under markytan.

4.2.3. Område 3

Det totala sonderingsdjupet varierar mellan ca 0,5 och ca 8 m. Jordlagren bedöms från markytan räknat i huvudsak utgöras av:

- fast ytlager
- lera
- friktionsjord vilande på berg

Det fasta ytlagret utgörs humushaltig silt underlagrad av en siltig **torrskorpelera** och tjockleken varierar i huvudsak mellan ca 2 och ca 3 m. Vattenkvoten har uppmätts till mellan ca 25 och ca 35 %. Silten är mycket tjällyftande och starkt flytbenägen.

Lera finns till mellan ca 4 och ca 7,5 m djup under markytan. Lokalt, inom begränsade partier saknas lera. Leran är i regel siltig. Vattenkvoten har i huvudsak uppmätts till mellan ca 35 och 60 %. Konflytgränsen har uppmätts till mellan ca 30 och ca 50 %.

Skjuvhållfastheten har i fält bestämts genom vingförsök och CPT-sonderingar. En sammanställning av skjuvhållfastheterna redovisas i Bilaga 1. Den, med hänsyn till konflytgränsen, korrigerade skjuvhållfastheten uppgår till mellan ca 20 och 40 kPa.

Friktionsjorden under leran har inte undersökts närmare. Sonderingarna har i regel trängt ned mellan ca 0,2 m och ca 0,5 m. Sonderingarna har stoppat både i den fast lagrade friktionsjorden och med stopp mot sten, block eller berg.

4.3. Geohydrologiska förhållanden

Portrycksnivån i leran har uppmätts i 6 punkter, under olika år, (2-3 spetsar/punkt). De uppmätta trycknivåerna i punkt 12 redovisas i vår rapport, mätningarna utfördes under perioden december 2022 till februari 2023 och med logger var 4:de timme.

Mätningarna utförda under 2007 av WSP bedöms ej längre vara representativa med anledning av utförd exploatering.

I **område 1 och 2** bedöms den övre grundvattennivån (0-portrycksnivån) normalt ligga i fyllningens underkant ca 1 á 2 m under markytan, i anslutning till byggnaderna bedöms den ligga i nivå med dräneringen ca 2 á 3 m under markytan.

Till delar är området väl-dränerat och i samband med nederbördsrika perioder bedöms grundvattennivå stå något högre än dräneringsnivån. I odränerade områden bedöms grundvattennivå under nederbördsrika perioder kunna stiga till 0,5 á 1 m under markytan. I samband med torrperioder bedöms grundvattenytan kunna sjunka till 2 á 3 m under markytan inom hela området.

I bilaga 2 redovisas portrycksprofiler inom området 2, bedöms även vara representativa för område 1. Trycknivån i leran är något högre än eller likvärdig en hydrostatisk portrycksfördelning med 0-portrycksnivån än dräneringsnivån.

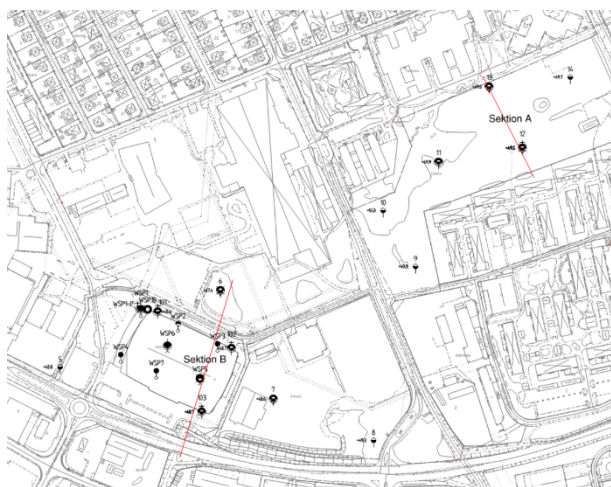
I **område 3** bedöms den övre grundvattennivån (0-portrycksnivån) normalt ligga ca 0,5 m under markytan. I samband med nederbördsrika perioder bedöms den kunna stiga till strax under markyta och i samband med torrperioder kunna sjunka till 2 á 3 m under markytan. Områden med tunna jordtäcken kan bli helt utdränerade vid en torrperiod.

I bilaga 3 redovisas portrycksprofiler inom området 3. Trycknivån i leran har en hydrostatisk portrycksfördelning med 0-portrycksnivån ca 0,5 m under markytan.

5. Släntstabilitet

5.1. Allmänt

I huvudsak är området plant och horisontellt, släntstabiliteten bedöms under nuvarande förhållanden vara tillfredsställande. För att utreda om det finns begränsningar i tillåtna markbelastningar har släntstabiliteten beräknats i 2 sektioner, se placering i Figur 2.



Figur 2. Placering av beräkningssektioner, ej i skala.

Stabilitetsberäkningarna har utförts med datorprogrammet GeoStudio 2021.3. Beräkningarna har utförts med cirkulär-cylindriska glidytor med odränerad (c) och kombinerad analys (komb). Beräkningarna är utförda med totalsäkerhetsanalys.

Den utförda undersökningen bedöms uppfylla detaljerad nivå enligt IEG R4:2010.

Erforderliga säkerhetsfaktorer enligt IEG R4:2010 framgår av Tabell 2.

Tabell 2 Erforderliga säkerhetsfaktorer enligt IEG R4:2010

Utredningsnivå	F_c	F_{komb}
Detaljerad utredning, nyexploatering	$\geq 1,7 - 1,5$	$\geq 1,5 - 1,4$

Med ledning av att området bedöms bestå av kvicklera och att området till delar är relativt glest undersökt i fält, bedöms val av erforderlig säkerhetsfaktor behöva vara i den övre delen av intervallet. Valda säkerhetsfaktorer redovisas i Tabell 3.

Tabell 3 Valda erforderliga säkerhetsfaktorer

Utredningsnivå	F_c	F_{komb}
Detaljerad utredning, nyexploatering	$\geq 1,6$	$\geq 1,45$

5.2. Valda parametrar

5.2.1. Skjuvhållfasthet

Valda skjuvhållfastheter framgår av bilaga 1.

5.2.2. Portryck

Vid beräkningarna har högre portryck än de uppmätta värdena använts, se bilaga 2.

I **område 1 och 2** har 0-portrycksnivån i beräkningarna ansatts vara belägen ca 0,5 m under markytan och att portrycksnivån på djupet står i markytan, vilket är högre än uppmätta trycknivåer.

I **område 3** har 0-portrycksnivån i beräkningarna ansatts vara belägen ca 0,5 m under markytan och att portrycksnivån på djupet står ca 1 m över markytan, vilket är något än uppmätt. Då det finns tunna jordlager samt berg i dagen inom området bedöms högre portryck ej kunna inträffa.

5.2.3. Laster

Vid beräkningarna har laster medräknats för att säkerställa att släntstabiliteten blir tillfredställande framgent, lasterna redovisas i Tabell 4.

5.3. Beräkningar

Beräknade säkerhetsfaktorer redovisas i Tabell 4.

Tabell 4. Beräknade säkerhetsfaktorer, befintliga förhållanden

Sektion\Analys	F_c	F_{komb}	Bilaga
Sektion A, 70 kPa last*	1,8	1,5	3:1-3:2
Sektion B, 2,5 m fyllning med 1:2 slänt obelastad	1,6	1,6	3:3-3:4

* Lasten kan motsvara ca 3,5 m fyllningen, eller 2,5 m fyllning samt 20 kPa trafiklast enligt TKgeo 13.

5.4. Resultat/slutsats

För att släntstabiliteten ej skall bli otillfredsställande framgent erfordras vissa restriktioner inom området. Inom **område 1 och 2** begränsas markbelastningar till 2,5 m fyllning (50 kPa, 50kN/m²) med släntlutning 1:2 och inom **område 3** begränsas markbelastningar till ca 70 kPa (70kN/m²). Om ytterligare belastningar erfordras kan eventuellt kompletterande beräkningar utföras för att utreda om detta är möjligt.

Observera att belastningsbegränsningarna är satta med avseende på släntstabilitet och att begränsningen beträffande tillåten belastning med avseende på grundläggning inte nödvändigtvis är samma. För bedömning av lerans sättningsegenskaper och grundläggningsförutsättningar se nedan.

Eventuella nivåskillnader inom de tre områdena skall ej överstiga 2,5 m med en släntlutning brantare än 1:2, erfordras större nivåskillnader och brantare slänter skall dessa kontrolleras med släntstabilitetsberäkningar.

Släntstabiliteten bedöms under nuvarande förhållanden vara tillfredsställande och den planerade bebyggelse bedöms kunna utföras utan att stabiliteten blir otillfredsställande.

6. Grundläggningsförutsättningar

De äldre kompressionsförsöken är utförda innan delar av **område 2** exploaterades och till följd av exploatering kan grundvattennivån ha sänkts. I bilaga 1 redovisas konsolideringsförhållande med de uppmätta portrycken i bilaga 2. Leran bedöms vara normalkonsoliderad för de uppmätta portrycken, leran bedöms inte kunna påföras någon belastning, utan att långtidssättningar uppkommer. Med ledning av det är rekommenderar vi att byggnader skall utföras med pålar nedförda till berg.

Ytterligare markbelastningar kan medföra sättningar och kan ej sättningar accepteras inom området, bör påförda laster totalkompenseras. En sänkt grundvattenyta medför att markbelastningen ökar, vid exploatering skall man eftersträva att hålla grundvattennivå så nära markytan som möjligt.

Inom **område 1 och 3** är jorddjupen något grundare och det kan inte uteslutas att grundläggningen kan utföras med totalkompensation eller direkt i mark. Kompletterande undersökningar erfordras för val av grundläggningsmetod. Lättare byggnader som ej är känsliga för sättningar alternativt konstrueras för att tåla viss sättning kan grundläggas direkt i mark.

Inom områden, gäller såväl område 1, 2 och 3, med tunna jorddjup och i gränsen mellan tunna jorddjup och lera bör kompletterande undersökningar utföras för att säkerställa val av grundläggningsmetod.

7. Schaktning

Vid tillfällig schaktning bedöms en släntlutning av 2:1 erfordras vid ett max schaktdjup av 1.7 m.

Permanent nivåskillnader skall ej överstiga 2 m med en släntlutning brantare än 1:2, erfordras större nivåskillnader och brantare slänter skall dessa kontrolleras med släntstabilitetsberäkningar.

Vid schakt under grundvattennivån, i samband med nederbörd eller vid riklig vattentillrinning kan flackare släntlutning och/eller erosionskydd erfordras.

Vid schaktningsarbeten bör speciellt beaktas att jorden delvis är mycket flytbenägen. Om arbetena utförs vid kall väderlek bör schaktbotten tjälskyddas.

8. Infiltration

För att ej minska grundvattenbildningen, erhålla viss rening av dagvattnet, inte påverka omkringliggande vegetation m.m., bör infiltration övervägas.

9. Bergras och blocknedfall

Risk för bergras eller blocknedfall som kan påverka detaljplaneområdet bedöms inte föreligga. I bilaga 4 redovisas foton på berg i dagen.

10. Markradon

Mätningar har ej utförts.

11. Kompletterande undersökningar i samband med projektering och byggande

Om grundläggning utförs så att kontakt erhålles med berg eller grov friktionsjord närmast berget, bör kompletterande markradonmätningar utföras i samband entreprenadarbetena.

För att säkerställa val av grundläggningsmetod bör kompletterande geotekniska undersökningar utföras i samband med exploatering och detaljprojektering, i huvudsak i områden mellan lösa jordar och berg i dagen.