

Varamon, Motala kommun

Projekterings PM Översiktlig geoteknisk undersökning

2017-10-18, rev. 2018-03-31



Beställare: **Motala kommun**

Hylanders Geo-Byrå AB
Uppdragsnummer: **N 4947**
Uppdragsansvarig: **Johan Hylander**

Projekteringsunderlag
Uppdragsnummer: N 4947Projekterings PM
Översiktlig geoteknisk undersökning
2017-10-18, rev. 2018-03-31

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	UPPDRAK / BAKGRUND	3
2	PLANERAD BYGGNATION.....	3
3	ÄNDAMÅL	5
4	UTFÖRDA MARKUNDERSÖKNINGAR	5
5	OMRÅDESBESKRIVNING – TOPOGRAFI.....	5
5.1	OMRÅDE 1	5
5.2	OMRÅDE 2	6
5.3	OMRÅDE 3	7
5.4	OMRÅDE 4	7
5.5	OMRÅDE 5	8
6	MARKFÖRHÅLLANDEN	8
6.1	OMRÅDE 1	8
6.1.1	GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN	8
6.1.2	KOHESIONSJORDENS EGENSKAPER / SÄTTNINGAR	10
6.1.3	YT-, GRUNDVATTEN- OCH PORTRYCKSFÖRHÅLLANDEN.....	11
6.1.4	MARKRADON	12
6.2	OMRÅDE 2	13
6.2.1	GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN	14
6.2.2	KOHESIONSJORDENS EGENSKAPER / SÄTTNINGAR	14
6.2.3	YT-, GRUNDVATTEN- OCH PORTRYCKSFÖRHÅLLANDEN.....	14
6.2.4	MARKRADON	16
6.3	OMRÅDE 3	17
6.3.1	GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN	17
6.3.2	KOHESIONSJORDENS EGENSKAPER.....	17
6.3.3	GRUNDVATTEN.....	17
6.3.4	MARKRADON	17
6.4	OMRÅDE 4	18
6.4.1	GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN	18
6.4.2	KOHESIONSJORDENS EGENSKAPER.....	18
6.4.3	GRUNDVATTEN.....	18
6.4.4	MARKRADON	18
6.5	OMRÅDE 5	19
6.5.1	GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN	19
6.5.2	KOHESIONSJORDENS EGENSKAPER.....	19
6.5.3	GRUNDVATTEN.....	19
6.5.4	MARKRADON.....	19
7	SYNPUNKTER PÅ BEBYGGELSEPLANERING	20
7.1	OMRÅDE 1	20
7.1.1	REKOMMENDATIONER FÖR GRUNDLÄGGNING ETC.	20
7.1.2	STABILITET.....	20
7.2	OMRÅDE 2	22
7.2.1	REKOMMENDATIONER FÖR GRUNDLÄGGNING ETC.	22
7.2.2	STABILITET.....	23
7.3	OMRÅDE 3	24
7.3.1	REKOMMENDATIONER FÖR GRUNDLÄGGNING ETC.	24
7.3.2	STABILITET.....	24
7.4	OMRÅDE 4	24
7.4.1	REKOMMENDATIONER FÖR GRUNDLÄGGNING ETC.	24
7.4.2	STABILITET.....	24
7.5	OMRÅDE 5	24
7.5.1	REKOMMENDATIONER FÖR GRUNDLÄGGNING ETC.	24
7.5.2	STABILITET.....	24
8	ALLMÄNNA REKOMMENDATIONER	25

BILAGOR

Stabilitetsberäkningar, område 1
Stabilitetsberäkningar, område 2Bilaga 1:1 – 1:4
Bilaga 2:1 – 2:12

Projekteringsunderlag
Uppdragsnummer: N 4947

Projekterings PM
Översiktlig geoteknisk undersökning
2017-10-18, rev. 2018-03-31

1 UPPDRAG / BAKGRUND

Uppdragsgivare är:
Motala kommun
Kommunledningsförvaltningen
Samhällsbyggnad
591 86 MOTALA

Kontaktpersoner är:
Emma Seidegren (0141-226175, emma.seidegren@motala.se)
Lena Petersson Forsberg (0141-223444, lena.petersson.forsberg@motala.se)

Onsdagen den 5 april 2017 undertecknade Lalandia A/S och Motala kommun det marknavigeringsavtal som arbetats fram som ett led i processen mot en etablering av det danska semesterkonceptet i Sverige och Motala. Därmed får bolaget ensamrätt att förvärva området från kommunen samt möjlighet att få sitt koncept prövat i detaljplan. För att möjliggöra en etablering krävs att fem nya detaljplaner upprättas.

Totalt omfattas 282 500 kvadratmeter mark i södra Varamobaden, fördelat på fem områden. Det koncept som Lalandia A/S avser etablera innefattar ett semestercenter med semesterhus, ett stort inomhusvattenland samt andra sport- och nöjesaktiviteter. Inom området önskas möjlighet att uppföra 550 semesterhus. Merparten av dessa är tänkta att uppföras på de fyra områden som ligger närmast Vättern medan anläggningen placeras närmare Riksväg 50, i direkt anslutning till den nya infrastrukturen som varit en viktig del för Motalas tillväxt de senaste tio åren. Där planeras även för en ny kommunal simhall i anslutning till Lalandias huvudanläggning. Planarbetet för samtliga detaljplaner bedrivs enligt reglerna för utökat planförfarande.

Som ett led i planarbetet har Hylanders Geo-Byrå AB (HGB) uppdragits att utföra en geoteknisk utredning som utreder grundläggningsförhållanden och risk för ras och skred kopplat till etableringen och de nu fem aktuella områdena. Aktuella delområden inom Varamon som littereras 1-5 enligt följande framgår ungefärligt av figur 1 nedan.

Denna Projekterings PM ersätter tidigare utgåva daterad 2017-10-18 som utgår.

2 PLANERAD BYGGNATION

Sammanfattningsvis planeras följande inom etableringen (se nedanstående kartbild för aktuella delområden):

Område 1

- Lalandias huvudanläggning, ett center på 30 000 kvm som tar emot 500 000 besökare per år
- En ny kommunal simhall
- Hotell i 3-4 våningar i området som kallas "långgolven", i området västra del mot befintliga bostäder
- Parkeringar för Lalandias huvudanläggning samt simhallen

Projekteringsunderlag
Uppdragsnummer: N 4947

Projekterings PM
Översiktlig geoteknisk undersökning
2017-10-18, rev. 2018-03-31

Område 2

- Semesterboende för 350 stugor och hotellrum
- Parkeringar
- Serviceanläggning för stugby

Område 3-5

- Mindre stugområden för uppskattningsvis 50 stugor per område med parkeringar



Figur 1. Flygfoto över aktuellt område i Varamon, källa www.google.se. Rödmarkerade delområden utgör ungefärliga undersökningsområden 1-5.

Projekteringsunderlag
Uppdragsnummer: N 4947

Projekterings PM
Översiktlig geoteknisk undersökning
2017-10-18, rev. 2018-03-31

3 ÄNDAMÅL

Syftet med den geotekniska undersökningen är att på ett översiktligt plan undersöka mark- och grundläggningsförhållandena i området samt att ge synpunkter på grundläggning, uppfyllnader, stabilitet etc. inför den fysiska planeringen av förestående byggnation.

Denna utredning avses således ligga till grund för fysisk planering (detaljplan) men ska ej användas vid detaljprojektering för enskilda byggnadsobjekt. Vid detaljprojektering erfordras en geoteknisk översyn för varje enskilt planerat objekt eventuellt i kombination med kompletterande undersökningar med hänsyn till utformningen av objekten (beaktande av laster för byggnader, erforderliga uppfyllnader, ojämna grundförhållanden m.m.).

Ovanstående rekommendationer är följaktligen avsedda för fortsatt planarbete. Mera detaljerade geo-anvisningar utfärdas när objektet preciserats och kompletterande undersökningar utförts. Vid tveksamhet av markens geotekniska förutsättningar under planarbetet kontaktas lämpligen undertecknad för samråd.

4 UTFÖRDA MARKUNDERSÖKNINGAR

Denna rapport redovisar förutsättningar för planerad bebyggelse och preliminära grundläggningsrekommendationer. Utförda fält- och laboratorieundersökningar redovisas i separat "Markteknisk undersökningsrapport geoteknik, MUR/Geo", daterad 2017-10-18, rev. 2018-03-31, med tillhörande bilagor och ritningar. I det följande hänvisas till de uppgifter som framkommit och redovisas i MUR/Geo.

5 OMRÅDESBESKRIVNING – TOPOGRAFI

5.1 Område 1



Projekteringsunderlag
Uppdragsnummer: N 4947

Projekterings PM
Översiktlig geoteknisk undersökning
2017-10-18, rev. 2018-03-31

Område 1 gränsar mot Delfinvägen i sydost, grönytor och ett villaområde i sydväst samt Varamovägen i nordväst. I områdets västra del närmast Varamovägen finns en befintlig minigolfanläggning. Badstrandsvägen löper i väst - östlig riktning genom områdets norra del fram till befintlig väggrondell i områdets nordöstra del. Norr om rondellen innefattar området även en sluttningsparti väster om Badvägen.

Området upptages av en höjdrygg i södra delen som löper i sydväst-nordostlig riktning. Höjdryggen övergår i nordöstra delen till en västerslutning. Höjdryggen och den södra delen av slutningen är i huvudsak skogbeklädda. I övrig central del av område 1 är terrängen flackare och utgörs i västra och sydvästra delen främst av skogsmark. Den norra och mittre delen av området utgörs i huvudsak av öppen ängsmark söder om Badstrandsvägen och parkeringsytor norr därom. I nordöstra delen upptages området av ängsmark som sluttar i nordostlig riktning.

5.2 Område 2



Område 2 begränsas av Vättern i norr och sträcker sig från Kaprifolgatan i nordväst fram till en gång-/cykelväg mellan befintlig stugby och angränsande småhusbebyggelse i öster/nordost. Mot sydväst begränsas områdets nordvästra del av en gång-/cykelväg mot befintlig villabebyggelse. I södra delen gränsar området till ovanstående gång-/cykelväg och i dess sydöstra del lokalt till Mariebergsgatan.

Projekteringsunderlag
Uppdragsnummer: N 4947Projekterings PM
Översiktlig geoteknisk undersökning
2017-10-18, rev. 2018-03-31

Området utgörs i dess västra del av sluttande åkermark ner mot Vättern i nordost med en höjdskillnad av drygt 10 m. Övriga delen av området har historiskt sett sannolikt också sluttat ned mot Vättern i norr och i dess södra delar förekommer fortfarande en slänt i nordlig riktning. I samband med exploatering av området har troligen områdets centrala delar planats ut – genom urschaktning i dess övre södra delar och till motsvarande uppfyllnad mot norr – till uppbyggnad av en ca 2-3 m hög slänt strax söder om strandlinjen ned mot Vättern. Områdets centrala del upptages från väster av Folkets Park, en badanläggning med tillhörande ekonomibyggnader och pooler samt stugby och parkeringsytor i öster.

5.3 Område 3



Område 3 begränsas av Stomvägen i sydväst, strandpromenadsleden i nordväst, Fågelvägen i nordost och villatomter i sydost. Området inrymmer småstugebebyggelse och en villa. Markytan är tämligen horisontell och upptages av tallar, gräs- och grusytor.

5.4 Område 4



Område 4 begränsas av Månvägen i norr, Varamovägen i öster, Stjärnvägen i söder och villatomter i väster. Området upptages i huvudsak av avgrusade parkeringsytor. Markytan är plan och lutar svagt mot väster och upptages även av gräsytor samt viss trädvegetation.

Projekteringsunderlag
Uppdragsnummer: N 4947Projekterings PM
Översiktlig geoteknisk undersökning
2017-10-18, rev. 2018-03-31

5.5 Område 5



Område 5 begränsas av Regnbågsvägen i söder, villatomter i norr och Varamovägen i öster. Områdets västra del ligger i anslutning till Vättern och ca 25 m från strandlinjen. Området består i dess centrala del av en bredare asfalterad gata (Vildmarksvägen) för biluppställning och i östra delen en därtill asfalterad tillfartsväg (tidigare sannolikt vändplats för lokalbuss). I övriga delar är markytan plan till svagt kuperad, har huvudsaklig lutning svagt mot Vättern och upptages av träd- och slyvegetation. Ytan närmast Vättern är tämligen öppen med tallar och gräsytor.

6 MARKFÖRHÅLLANDEN

6.1 Område 1

6.1.1 Geotekniska förhållanden

I sydvästra delen av området och vid dess låglänta del i nordöstra partiet förekommer lösare lera definierad med s.k. "fri sjunkning" enligt viktsondering för max 100 kg belastning. Den lösa lerans utbredning och tjocklek har tolkats ur sonderingarna och redovisas i plan och sektioner å bilagda ritningar G2-G7 i MUR med streckad begränsningslinje. Den lösa leran förekommer under ca 1,5-4,5 m djup och dess tjocklek varierar men de största lösa lermåktigheterna är 3-3,5 m och har påträffats vid punkterna 1:4, 1:21 och 1:30, 1:41 och 1:43.

Normalt torde generellt sand, silt och torrskorpelera överlagra den lösa leran, vilket är fallet i provtagningspunkterna 1:1, 1:5, 1:16 och 1:30. Matjordslagret i dessa punkter är varierande 0,1-0,4 m tjockt och har sandigt och/eller siltigt innehåll. I punkterna 1:2 och 1:4 har emellertid 1,1 m respektive 1,2 m fyllning påträffats, främst bestående av varierande silt och sand men även med bl.a. humusinblandning och tegel.

Den lösa leran vilar direkt på fast – mycket fast lagrad friktionsjord eller däremellan övergående till fastare ler-/siltjord. Totaldjupen enligt sonderingarna inom sydvästra delområdet med lösare lera är 4,2 m (punkt 1:13) - 11,0 m (punkt 1:41).

Mot den nordvästra delen av området övergår den lösare leran i fastare lera och jordens totaldjup enligt sonderingarna är 4,6 m (punkt 1:3) – 7,5 m (punkt 1:2). Vid punkten 1:42 är totaldjupet enligt sonderingen 10,15 m men eftersom 2 m borrstål plus spets (0,2 m) brast och förlorades under sonderingen kan totaldjupet vara motsvarande mindre.

Projekteringsunderlag
Uppdragsnummer: N 4947

Projekterings PM
Översiktlig geoteknisk undersökning
2017-10-18, rev. 2018-03-31

Öster ut och upp mot de höglänta delarna i östra delen av område 1 övergår jorden i torrskorpelera och moränlera med generellt mindre totaldjup enligt slagsonderingarna, vilket sannolikt beror på att dessa stoppat mot sten och/eller block i den fasta jordgrunden. Totaldjup enligt sonderingspunkt 1:24 – 1:10 – 1:23 är 3,6 m – 2,9 m – 1,25 m. Jämför MUR där jorrdjupskartan redovisar uppskattat djup till berg på 30-50 m inom östra-sydöstra delen av område 1. Med hänsyn till att djupare schakt (ca 6 m) planeras föranledde detta en kompletterande jord-bergsondering vid punkt 1:44 under mars 2018. Denna visar att det är bergfritt intill minst 15 m djup samt att två stenar om ca 0,5 m diameter genomborrades på 5 m respektive 11 m djup. Slagsonderingen i samma punkt 1:44 stoppade på 2,3 m djup.

För den ryggåsliknande formationen i områdets södra del som ligger parallellt och strax norr om Delfinvägen fanns spekulationer om att denna är en geologisk formation och en så kallad drumlin som skapats subglacialt d.v.s. under en glaciär. Drumliner är orienterade parallellt isens rörelseriktning och utgörs av moränavlagringar och förekommer bl.a. i västra delarna av Östergötland. På formationens hjässa förekommer ett antal större stenblock i dagen.

Den provtagning som gjorts vid punkt 1:8 verifierar dock att fyllning förekommer ned till minst 1,5 m djup med förekomst av bl.a. asfaltsrester. Den övriga jorden ned till 5 m djup i samma punkt indikerar att jorden är omblandad och sannolikt utfyllt jordmaterial. Provtagningen ned till 5 m djup visar att jorden främst består av lera. Vidare vittnar lerans varierande vattenkvoter och den varierande lagringen att den stora jordhögen sannolikt består av fyllning. Vi tror att jordhögen är en jordtipp för schaktmassor och eventuellt från anläggandet av Folkets Parks-området och den angränsande badplatsen i område 1, se ovan.

Vi har med förfrågningar inom kommunen genom Olle Ericsson fått verifierat att schaktmassor tippats mellan Delfinvägen och den så kallade "Jätten". Schakt från Folkets Park tror han inte är tippade på platsen, de massorna tror han hanterades inom området och lades ut där stugbyn ligger idag. Däremot tippades under flera år (sent 70-tal och början av 80-tal) schaktmassor av dåvarande Gatukontoret från diverse gatu- och VA-arbeten inom Motala, så området fungerade alltså som jordtipp. Enligt Olle Ericsson "ligger jordmassorna huvudsakligen i den vall som ligger parallellt med GC-vägen och som nu är bevuxen med mindre träd. Man släntade även ut material upp mot slutningen mot Jätten för att få en fin övergång däremellan. Det ska inte vara några förorenade massor utan man sorterade bort asfalt även på den tiden – så det kan vara allt från silt och lera till friktionsjordar från olika anläggningsjobb".

Den ca 6 m höga slänten som vetter mot nordväst har en lutning av ca 1:7 (sektion F) till ca 1:6 (sektion G). Undersökningen i punkt 1:8 i områdets södra del visar som nämnts ovan förekomst av fast lagrad fyllning ned till minst 1,5 m djup och därunder förmodligen lerfyllning ned till 5 m djup. Därunder har jorden varierande lös-fast lagring ned till ca 11 m djup, där jorden övergår i mycket fast lagring ovan sonderingsstopp på 12,9 m djup. Stoppet motsvarar nivån +86,0 vilket är strax ovan stoppnivån för angränsande punkt 1:20 i släntfot. Ett tunnare löst lerskikt har även indikerats på ca 7 m djup.

Sonderingen vid punkt 1:36 har stoppat på 1,0 m djup men ett ytterligare sonderingsförsök i angränsande punkt 1:36A visar förekomst av löst-fast lagrad jord ned till 12,3 m djup, där sonderingen stoppat. I högens nordöstra del visar punkt 1:32 förekomst av varierande lös – fast lagrad jord ned till minst 6,45 m djup, där sonderingen stoppat.

Projekteringsunderlag
Uppdragsnummer: N 4947

Projekterings PM
Översiktlig geoteknisk undersökning
2017-10-18, rev. 2018-03-31

Enligt geologiska kartbladet förekommer ett lokalt torvparti (kärrtorv) i läget för punkten 1:2, se läge i MUR. Vid punkt 1:2 har emellertid fyllning av varierande grus, sand, silt och lera verifierats ned till 1,1 m djup på lergrund, se ovan.

Enligt WSP:s tidigare utredning, se MUR, utgörs området intill den befintliga minigolfanläggningen av en mosse med högt grundvatten där marken är bevuxen med alar, vilket indikerar ett relativt konstant högt grundvatten och hög fuktighet i marken. Jorden utgörs av ca 0,5 m organiskt material på finsand vid en punkt G som ligger ungefär vid punkt 1:18. Torvens tjocklek och utbredning i plan skall utredas vid detaljprojekteringen.

I områdets nordöstra del visar de två övre sonderingarna i sektion I-I att jorden överst utgörs av 1-1,5 m jord med främst halvfast lagring på mycket fast lagrad jord ned till minst 1,85-2,8 m djup, där sonderingarna stoppat. Punkten 1:11 i områdets lägre del visar att jorden överst är utfylld 1,0 m med varierande sand och lera. Därunder följer fast lagrad silt som på ca 2 m djup övergår i lös lagring. Mot djupet övergår silten successivt i lera och mellan 5-6,5 m djup förekommer lös siltig lera med en uppmätt vattenkvot på max 45 %. Därunder övergår leran i halvfast-fast lagrad silt och eventuellt grövre sediment till ett totaldjup av 10,9 m enligt slagsonderingen.

6.1.2 Kohesionsjordens egenskaper / sättningar

Leran är generellt siltig eller genomdragen med siltskikt och dess vattenkvot, ω , har uppmätts till max 61 % på 3,9 m djup vid punkt 1:4. Lösa lerans vattenkvoter är allmänt lika med eller något högre än motsvarande konflytgränsvärden, ω_L , vilket normalt indikerar att leran är normalkonsoliderad.

Vingsonderingsresultaten från punkt 1:20 och 1:30 visar en skjuvhållfasthet, τ_{fu} , i leran på varierande 9-21 kPa (korrigerade värden) på 3,0-4,5 m djup. Konförsöken på leran från 3,9-5,0 m djup från punkt 1:4 visar en skjuvhållfasthet på 12-13 kPa (korrigerade värden). Lerans konflytgräns föranleder korrigering av skjuvhållfastheten, μ , som utförts enligt SGI info nr 3. Beträffande härledda värden för lerans hållfasthetsegenskaper, se kap. 11 i MUR. Leran klassificeras i huvudsak som mellansensitiv ($S_t = 7-18$) med uppmätta sensitivetsvärden 5-17.

Empiriska beräkningar (Hansbo) baserade på hållfasthets- och laboratorieresultat visar att den djupare leran är normal till svagt överkonsoliderad för en grundvattenyta i lösa lerans överkant dvs på 3,0 m djup vid punkt 1:4. Enligt utförda kompressionsförsök (CRS) är leran dock överkonsoliderad med minst 20 kPa för en antagen grundvattenyta på 3 m djup. Vidare har moduler, M_L , uppmätts till varierande 430-860 kPa på leran mellan 3,9-5,0 m djup, vilket innebär att leran är sättningsbenägen för varje ytterligare belastning över förkonsolideringstrycket.

För en jämnt utbredd belastning av 10, 20 och 30 kPa (motsvarande ca 0.5, 1.1 resp. 1.6 m jordfyllning) har sättningarna i jordgrunden vid punkt 1:4 beräknats till 1, 3 respektive 10 cm, varvid lerdjupet har satts till 3 m och grundvattenytas läge antagits ligga på 3 meters djup. Med hänsyn till lerans mäktighet, siltskikt etc. beräknas konsoliderings-sättningar ske tämligen snabbt – i sin helhet under en tidsperiod av 10 år och halva sättningsbeloppet beräknas inträffa under en 2-årsperiod.

Projekteringsunderlag
Uppdragsnummer: N 4947Projekterings PM
Översiktlig geoteknisk undersökning
2017-10-18, rev. 2018-03-31

Materialegenskaperna för den naturligt lagrade jorden under sandlagret bedöms enligt följande: Siltig torrskorpelera, siltig lera, lerig silt tillhör materialtyp 5A och tjälfarlighetsklass 4, se vidare bilaga 1:1-1:5 i MUR.

6.1.3 Yt-, grundvatten- och portrycksförhållanden

Området domineras av finsediment som utgör ett relativt stort upptagningsområde för dag- och ytvatten. Förutom markperkolation sker avvattning till ett befintligt dike som utgår från höjdområdets släntfot vid punkt 1:30 och löper nordväst mot punkt 1:18. Mot detta dike ansluter ett annat dagvattendike, sydost om befintlig minigolfanläggning, som avvattnar i nordostlig riktning fram till områdets lågpunkt omkring läget för punkt 1:2. Sannolikt avvattnas/infiltreras området diffust i detta läge varvid förmodligen periodvis även en vattenansamling kan förekomma med anledning av vassförekomsten på platsen.

Infiltrationen i den relativt täta lerjorden sker tämligen långsamt. Yt- och grundvattenytans strömningsriktning antas i stort sett följa markytans lutning d.v.s. i huvudsak mot väster-nordväst. En ytvattendelare i sydväst-nordostlig riktning förekommer emellertid utmed höjdryggen i områdets södra del. I områdets nordöstra del kan förväntas en hydraulisk gradient mot punkt 1:11 i nordost.

I tidigare monterade grundvattenrör av Geolog Hans Lindqvist AB, se MUR, som ej har återfunnits i detta sammanhang uppmättes vid något tillfälle under 1999 grundvattennivåer på 0,7 m under markytan ungefär mitt emellan punkterna 1:13-1:6 och på 1,7 m djup ungefär vid punkt 1:17. Vid månadsskiftet april/maj samma år uppges att vattenytorna låg "ett par decimeter under marknivån".

Grundvattenytan har i detta sammanhang observerats i nymonterade grundvattenrör med filterspets (geotextil) nedslagna med spetsen till den fastare jorden under leran vid punkterna 1:2, 1:5, 1:11 och 1:27. Grundvattenrören vattenfylldes vid installationstillfällena 170816-170907 och stabilisering vattenytorna i rören har därefter skett.

Ett kompletterande grundvattenrör har monterats under mars 2018 i utfört jord-/bergsonderingshål vid punkt 1:44. Även detta rör vattenfylldes vid installationen och eftersom vattenytan fortsätter sjunka på grund av den täta jorden vid filterspetsen har stabilisering ej fastställts vid senaste avläsningstillfället 2018-03-28.

Resultatet av grundvattenmätningarna i monterade rör framgår av tabell 1 nedan.

Tabell 1. Uppmätta grundvattennivåer – grundvattenrör

Punkt	Mätperiod	Marknivå	Spetsnivå	Djup till GW-yta	Nivå GW-yta
1:2GW	170816-180328	+91,30	+85,72	0,63 m	+90,67 till +90,67
1:5GW	170821-180328	+93,74	+85,84	1,74 m – 2,26 m	+91,48 till +92,00
1:11GW	170817-180328	+94,14	+85,92	1,51 m – 2,47 m	+91,67 till +92,63
1:27GW	170907-180328	+93,33	+90,86	0,28 m – 0,37 m	+92,96 till +93,05

Projekteringsunderlag
Uppdragsnummer: N 4947Projekterings PM
Översiktlig geoteknisk undersökning
2017-10-18, rev. 2018-03-31

1:44GW	180314- 180328	+98,54	+83,49	Ej stabiliserad	Ej stabilise- rad
--------	-------------------	--------	--------	-----------------	----------------------

OBS! Nivå GW-yta avser mätperiod efter stabiliserad vattenyta i gw-rören – ej aktuell mätperiod.

Stabiliseringen av vattenytan i vissa rör har tagit lång tid på grund av det täta jordskiktet vid filterspetsen. Trögheten för stabilisering av vattenytan i rören gör att eftersläpningar i grundvattnets svängningar sannolikt erhålles i de öppna rören även efter stabiliseringen.

Grundvattenröret vid punkt 1:5 har kompletterats med portrycksmätare för att erhålla snabbare information om grundvattenytans läge. Portrycksmätningar har utförts med portrycksspetsar typ BAT MkIII i den lösa leran vid punkterna 1:4 och 1:5 med resultat enligt tabell 2 nedan:

Tabell 2. Portryck - portrycksmätare:

Namn	Mätperiod	Marknivå	Spetsnivå	Djup till GW-yta	Nivå GW-yta
1:4P	170925- 180328	+91,71	+87,26	0,31 m – 1,49 m	+90,22 till +91,40
1:5P	170925- 180328	+93,73	+89,74	1,52 m – 2,47 m	+91,26 till +92,21

Vi rekommenderar att kontinuerlig pejling av vattenytan i grundvattenrören och mätning av portryck utföres för att följa upp grundvattennivåns fortsatta utveckling på området.

Vid vår korttidsobservation av fria vattenytor i provtagningshålen under samma dag som provtagningarna utfördes så pejlades en fri vattenyta vid punkt 1:2, 1:20 och 1:30 på 2,3 m, 1,8 m respektive 1,7 m djup. I övriga provtagningspunkter har ingen fri vattenyta verifierats intill aktuella provtagningsdjup eller igenrasade djup. I vissa fall kan det igenrasade djupet motsvara grundvattenytans läge.

6.1.4 Markradon

Markradonmätningarna har skett med markradondetektorer enligt metod ROAC. Radonmätningar utfördes vid punkterna 1:1, 1:5, 1:7, 1:9 och 1:16 enligt nedan och med läge enligt plan å ritning G2 i MUR. I nämnda punkter uppmättes radonhalter enligt nedanstående tabell 3:

Tabell 3. Resultat av radonmätningar.

Punkt	R1:1	R1:5	R1:7	R1:9	R1:16
kBq/m ³	19	18	6	88	6

Vidare har en punkt R2 belägen strax öster om punkt 1:23 i WSP uppdrag 10130414 uppmätts till 3 kBq/m³.

Projekteringsunderlag
Uppdragsnummer: N 4947

Projekterings PM
Översiktlig geoteknisk undersökning
2017-10-18, rev. 2018-03-31

För lera, finsilt och lerig morän gäller att gränsen lågradonmark / normalradonmark ligger vid 60 kBq/m³. För övriga jordar klassificeras normalradonmark inom intervallet 10-50 kBq/m³ i jordluft. Naturlig lagrad jordgrund inom de uppmätta platserna utgörs av varierande lera till friktionsjord.

Med anledning av ovanstående föreslås preliminärt att området väster om släntfot motsvarande linjen 1:29 – 1:14 – 1:25 klassificeras som normalradonmark och övrig mark som högradonmark, jämför punkt 1:9 ovan. Kompletterande radonmätningar förordas vid detaljprojektering för eventuell utredning av eventuell lägre riskklassificering.

6.2 Område 2

6.2.1 Geotekniska förhållanden

I västra delen av området upptages markytan av en nordostligt sluttande åkerslätnt, drygt 10 m hög, med en lutning som brantast i övre delen på drygt 1:10. Släntlutningen flackar ut i släntens nedre del mot Vättern och ca 50 m från strandlinjen. I släntens brantare delar visar undersökningen att jorden består av varierande löst-fast lagrad sand och torrskorpelera eller fastare ler-/siltjord. Totaldjupen enligt sonderingarna inom denna del av slänten varierar mellan 1,5 m (punkt 2:10) och 4,4 m (punkt 2:42). I den flackare nedre delen ökar jordens totaldjup och närmast mot Vättern förekommer jordgrund med lösare lera. Vid punkt 2:2 som är belägen ca 20 m från strandlinjen förekommer ett ca 0,5 m tjockt lösare lerskikt på 3 m djup. Totaldjupen för punkterna 2:2 och 2:41 närmast Vättern är 5,8 m respektive 5,6 m.

Inom den övriga delen av området visar de sydligaste sonderingarna att jordgrunden består av fast – mycket fast lagrad friktionsjord eller fast lergrund med ett totaldjup av 0,55 m (punkt 2:17) – 3,65 m (punkt 2:6).

Undersökningen visar, liksom även VIAK:s tidigare utredning (se MUR), att jordgrunden i området runt Folkets Park:s huvudbyggnad är fast lagrad med tämligen korta jorddjup (max 5 m djup enligt VIAK:s sonderingar). Sonderingspunkt 2:15 och 2:35 har ett totaldjup av 1,1 m respektive 3,0 m. Väster-nordväst om Folkets Park:s huvudbyggnad ökar jorddjupet – ned till minst 9,4 m vid punkt 2:4 och där jorden i huvudsak har fast lagring i sin helhet. Öster-nordost om Folkets Park:s huvudbyggnad visar sonderingarna vid punkterna 2:36 och 2:21 på mycket fast lagring till sonderingsstopp på 0,4 m respektive 1,6 m djup.

Norr om dessa punkter enligt ovan kan man säga att jorddjupen generellt ökar och att jordgrunden blir lösare närmare Vättern men med vissa undantag. Vid punkt 2:18 förekommer bl.a. en lokal förekomst av löst – mycket löst lagrad sand ned till 4,5 m djup. Mot norr övergår friktionsjorden till silt och lerjord och mot slänten närmast Vättern förekommer även lös lera.

Lösare lera förekommer i hela sträckningen längs det utfyllda strandpartiet och undersökningen visar att den lösa lerans tjocklek är störst vid punkt 2:25. Jorden består där överst av 2,0 m löst-fast lagrad sand på löst – mycket löst lagrad silt som överlagras lös lera på ca 3 m djup. På ca 5,5 m djup växellagras leran med silt och övergår mot djupet successivt i silt och grövre sediment. Totaldjupet enligt sonderingen är 7,75 m motsvarande stoppnivån +82,2.

Projekteringsunderlag
Uppdragsnummer: N 4947

Projekterings PM
Översiktlig geoteknisk undersökning
2017-10-18, rev. 2018-03-31

Vid punkt 2:26 har ett 0,25 m tjockt högförmulnat torvskikt påträffats i ytjorden och den lösa leran förekommer där mellan 2,0-3,7 m djup.

Den lösa lerans utbredning och tjocklek har tolkats ur sonderingarna och redovisas i plan och sektioner å bilagda ritningar G8-G13 i MUR med streckad begränsningslinje.

De mycket korta sonderingsstoppen motsvarande 1,1 m och 0,4 m djup i punkterna 2:28 respektive 2:36 kan eventuellt bero på att dessa sonderingar stoppat mot sten och/eller block i jordgrunden.

6.2.2 Kohesionsjordens egenskaper / sättningar

Leran är generellt siltig och/eller genomdragen med siltskikt. Lerans vattenkvoter, w , har uppmätts till max 63 % (punkt 2:25 och 2:26) och lösa lerans vattenkvoter är något högre än eller lika med motsvarande konflytgränsvärden, w_L , vilket normalt indikerar att leran är normalkonsoliderad.

På den lösa leran har skjuvhållfastheten uppmätts till varierande 10-25 kPa (korrigerade värden) ned till 4 m djup enligt vingsondering. Konförsöken på de ostörda lerproven från 3,3-4,5 m djup visar en skjuvhållfasthet på 10-20 kPa (korrigerade värden). Beträffande härledda värden för lerans hållfasthetsegenskaper, se kap. 11 i MUR. Den lösa leran klassificeras i huvudsak som mellansensitiv ($S_t = 7-18$) med uppmätta sensitivitetsvärden 6-19.

Materialegenskaperna för den naturligt lagrade jorden bedöms enligt följande: Siltig torrkorpelera och siltig lera tillhör materialtyp 5A och tjälfarlighetsklass 4, se vidare bilaga 1:6-1:9 i MUR.

Empiriska beräkningar baserade på hållfasthets- och laboratorieresultat visar att leran på 3 m djup är normalkonsoliderad och att leran därunder har starkt ökande överkonsolidering mot djupet. Enligt utförda kompressionsförsök (CRS) är den lösa leran överkonsoliderad med ca 40 kPa. Vidare har moduler, M_L , uppmätts till varierande 341-899 kPa, vilket innebär att leran är tämligen sättningsbenägen för varje ytterligare belastning över förkonsolideringstrycket.

För en jämnt utbredd belastning av 20, 30 och 40 kPa (motsvarande ca 1.1, 1.6 resp. 2.1 m jordfyllning) beräknas sättningarna i lergrunden vid punkt 2:25 till 2, 5 resp. 13 cm, varvid lerdjupet har satts till 3 m och grundvattenytas läge antagits ligga på 1,5 meters djup. Därtill kommer krypdeformationer i lerjorden. Konsolideringssättningarna beräknas ske under en 10-årsperiod och halva sättningsbeloppet inom ca 2 år.

6.2.3 Yt-, grundvatten- och portrycksförhållanden

Området utgör ett stort upptagningsområde för dagvatten med Vättern som recipient. Infiltration i den relativt täta lerjordgrunden sker tämligen långsamt emedan jordgrunden är mycket permeabel (vattengenomsläpplig) vid t.ex. punkt 2:18 där förekomst av löst lagrad sand verifierats.

Projekteringsunderlag
Uppdragsnummer: N 4947Projekterings PM
Översiktlig geoteknisk undersökning
2017-10-18, rev. 2018-03-31

Tre stycken dagvattendammar finns anlagda inom området – en mindre med läge ungefär mellan punkt 2:12 och 2:25 (damm 1) och en större (damm 2) strax öster om punkt 1:27. Strax sydost och uppströms den större dammen (damm 2) finns den tredje något mindre dagvattendammen (damm 3). Uppmätning av vattenytor och vattendjup har utförts i dessa dammar enligt nedan, se även ritning 4947-G8.

Tabell 4. Befintliga dagvattendammar

Damm nr	Vattenyta 171002	Störst vattendjup	Nivå botten
1	+89,42	0,36 m	+89,06
2	+89,32	1,55 m	+87,77
3	+89,61	1,39 m	+88,22



Damm 1



Damm 2



Damm 3

Vid punkt 2:3, 2:6, 2:18 och 2:25 har installation av grundvattenrör med filterspets (typ geotextil) skett, benämnda med ett efterföljt GW. Grundvattenrören vattenfylldes vid installation, varefter uppföljning skett av vattennivån i rören. Grundvattenröret vid punkt 2:14 fanns på platsen sedan tidigare och har nyttjats och inmätts i samband med undersökningen. Resultatet av grundvattenmätningarna framgår av tabell 5 nedan.

Tabell 5. Uppmätta grundvattennivåer - grundvattenrör

Punkt	Mätperiod	Marknivå	Spetsnivå	Djup till GW-yta	Nivå GW-yta
2:3GW	170904-180328	+100,81	+98,19	0,39 m – 0,44 m	+100,37 till +100,42
2:6GW	170824-180328	+96,43	+92,80	0,93 m – 1,22 m	+95,21 till +95,50
2:14GW	170908-180328	+100,87	ca+100,17	0,03 m – 0,35 m	+100,52 till +100,84
2:18GW	170901-180328	+92,60	+87,04	Ej stabiliserad	Ej stabiliserad
2:25GW	170913-180328	+89,95	+82,30	0,57 m – 0,84 m	+89,11 till +89,38
2:42GW	180313-180328	+98,30	+93,90	Ej stabiliserad	Ej stabiliserad

Projekteringsunderlag
Uppdragsnummer: N 4947Projekterings PM
Översiktlig geoteknisk undersökning
2017-10-18, rev. 2018-03-31

Grundvattenrören vattenfylldes vid installation 170824-180913 och verifiering av att vattenytorna i röret vid punkterna 2:18 har hunnit stabiliseras har inte kunnat göras vid senaste avläsningen 180328 p.g.a. det täta jordlagret vid spetsen. Ett kompletterande grundvattenobservationsrör har monterats 180313 vid punkt 2:42, där vattenytan ännu ej har stabiliserats. Vidare har även portrycksmätning utförts i den lösa leran vid punkt 2:25 med resultat enligt tabell 6 nedan:

Tabell 6. Portryck - Portrycksmätare:

Namn	Mätperiod	Marknivå	Spetsnivå	Djup till GW-yta	Nivå GW-yta
2:25P	170925-180328	+89,99	+85,98	0,31 m – 1,04 m	+88,95 till +89,68

Vi rekommenderar att kontinuerlig pejling av vattenytan i grundvattenrören och mätning av portryck utföres för att följa upp grundvattennivåns fortsatta utveckling på området.

Korttidsobservation av fria vattenytor har utförts i hålen för utförda skruvprovtagningar. Vattenytorna stabiliserades på varierande 0,1 m (punkt 2:22) - 3,0 m (punkt 2:6) djup, i enlighet med jordprovsprotokoll å bilaga 1:6-1:10 samt redovisning på ritningar G9-G13 i MUR. Vissa provtagningshål har även varit torra intill angivna djup. Provtagningshålen för radonundersökningarna som utförts ned till varierande 0,7-1,0 m djup var samtliga torra intill aktuella provtagningsdjup.

Vätterns vattenyta avvägdes 170918 och 171002 till nivån +88,72 respektive +88,63.

Enligt SMHI:s uppgifter efter senaste vattenregleringen år 1959 är Vätterns karakteristiska vattenstånd följande (RH1900):

Lägsta vattenstånd (+87,92) +88,37
Medelvattenstånd (+88,5) +88,95
Högsta vattenstånd (+88,95) +89,40

Enligt Hans Uhno, samordnare Lantmäterienheten i Mjölby kommun är RH2000 45 cm högre än RH00 (RH1900) vid Varamon. Nivåer enligt SMHI i RH1900 har angivits inom parentes ovan och räknats om till RH2000.

6.2.4 Markradon

Markradonmätningarna har skett med markradondetektorer enligt metod ROAC. Radonmätningar utfördes vid punkterna 2:1, 2:3, 2:6, 2:9, 2:11 och 2:19 enligt nedan och med läge enligt plan å ritning G8. I nämnda punkter uppmättes radonhalter enligt nedanstående tabell 7:

Tabell 7. Resultat av radonmätningar.

Punkt	R2:1	R2:3	R2:6	R2:9	R2:11	R2:19
kBq/m ³	25	39	12	85	80	103

Projekteringsunderlag
Uppdragsnummer: N 4947

Projekterings PM
Översiktlig geoteknisk undersökning
2017-10-18, rev. 2018-03-31

Beträffande riktvärden för klassning av mark se kap. 6.1.4 ovan. Tre punkter (R2:1, R2:3, R2:6) i de högre belägna södra delarna av området uppvisar normalradonmark emedan övriga punkter indikerar högradonmark med upp till 103 kBq/m³.

Vi rekommenderar att området i sin helhet preliminärt klassificeras som högradonmark. Kompletterande radonmätningar förordas emellertid vid detaljprojektering för utredning av lokalt lägre riskklassificering.

6.3 Område 3

6.3.1 Geotekniska förhållanden

Undersökningen vid punkt 3:2 visar förekomst av ett tunt lager humusjord på fast lagrad något siltig finsand ned till drygt 2 m djup. På 2,5 m djup förekommer ett tunnare torvskikt som vilar på löst lagrad finsand och silt. Under 3 m djup följer fast siltig lera med inblandning av både sand och grus ned till minst 4 m djup. Vid punkt 3:2 är jorden därunder fast lagrad i sin helhet ned till 7 m djup och där sonderingen stoppat på 7,3 m djup.

Det på 2,5 m djup liggande torvskiktet vid punkt 3:2 visar att en tidigare markyta legat lägre och att den ovanför liggande sanden är postglacial och uppsvallad i ett senare skede.

Punkt 3:4 i områdets sydöstra del indikerar även ett tunnare torvskikt på 2,5 m djup men som vilar på mycket fast lagrad friktionsjord med ett totaldjup enligt slagsonderingen på 4,0 m.

Vid punkt 3:1 är jorden varierande löst till fast lagrad ned till ca 11 m djup och därunder fast-mycket fast lagrad. Två mycket lösa skikt med s.k. fri sjunkning enligt viktsondering har konstaterats förekomma på ca 4,5-5,5 m djup respektive 8-9 m djup. Det kan inte uteslutas att åtminstone det övre lösa skiktet består av torv. Totaldjupet enligt sonderingspunkt 3:1 är 14,6 m. Sonderingen vid punkt 3:3 i nordvästra delen av området visar att jorden är fastare än vid punkt 3:1 och med ett totaldjup av 10,8 m.

6.3.2 Kohesionsjordens egenskaper

De löst lagrade skikten vid punkt 3:1 har ej undersökts i detta sammanhang och dessa kan bestå av såväl torv, löst lagrad sand och silt som lera.

6.3.3 Grundvatten

Provtagningshålet vid punkt 3:2 rasade igen på 1,35 m djup motsvarande nivån +89,8, vilket är ca 1 m över Vätterns vattenyta 170918. Grundvattnet i friktionsjorden kan antas ligga i nivå med Vättern eller strax däröver. Jämför uppmätta grundvattenytor vid område 4 och 5.

6.3.4 Markradon

Markradonmätningarna har skett med markradondetektor enligt metod ROAC. Radonmätningar utfördes vid punkten 3:2 enligt nedan och med läge enligt plan å ritning G14. I nämnd punkt uppmättes radonhalt enligt nedanstående tabell 8:

Projekteringsunderlag
Uppdragsnummer: N 4947Projekterings PM
Översiktlig geoteknisk undersökning
2017-10-18, rev. 2018-03-31**Tabell 8.** Resultat av radonmätningar.

Punkt	R3:2
kBq/m³	4

Beträffande riktvärden för klassning av mark se kap. 6.1.4 ovan. Punkter i de närliggande områdena 1 (R1:16), 4 (R4:1) och 5 (R5:1) uppvisar lågradonradonmark med 6, 4 respektive 5 kBq/m³.

Vi rekommenderar att området i sin helhet preliminärt klassificeras som lågradonmark. Kompletterande radonmätningar förordas emellertid vid detaljprojektering för att säkerställa riskklassificering.

6.4 Område 4

6.4.1 Geotekniska förhållanden

Vid punkt 4:1 i sydvästra delen av området förekommer ett humushaltigt ytlager finsand med 0,4 m tjocklek. Därunder följer lös-fast lagrad sand ned till ca 2 m djup på fast-mycket fast lagrad sand ned till minst 3 m djup. Sonderingarna visar allmänt att jorden därunder är fast-mycket fast lagrad i sin helhet ned till minst 7 m djup. Därunder följer jord med varierande lös-fast lagring ned till 17-20 m djup på fast-mycket fast lagrad jord ovan sonderingsstopp. Totaldjupen enligt sonderingarna är 17,7 m (punkt 4:1) – 20,2 m (punkt 4:2).

6.4.2 Kohesionsjordens egenskaper

Mycket löst lagrade skikt har inte verifierats inom området varför det sannolikt inte förekommer någon lös lergrund på platsen.

6.4.3 Grundvatten

Grundvattnet i friktionsjorden kan antas ligga i nivå med Vättern eller strax däröver. Uppmätta nivåer under aktuell mätperiod framgår enligt tabell 9 nedan. Jämför även uppmätta grundvattenytor vid område 5.

Tabell 9. Resultat av grundvattenmätningar.

Punkt	Mätperiod	Marknivå	Spetsnivå	Djup till GW-yta	Nivå GW-yta
4:1GW	170831-180328	+90,46	+81,77	1,03 m – 1,31 m	+89,15 till +89,43

6.4.4 Markradon

Markradonmätningarna har skett med markradondetektor enligt metod ROAC. Radonmätningar utfördes vid punkten 4:1 enligt nedan och med läge enligt plan å ritning G14. I nämnd punkt uppmättes radonhalt enligt nedanstående tabell 10:

Projekteringsunderlag
Uppdragsnummer: N 4947Projekterings PM
Översiktlig geoteknisk undersökning
2017-10-18, rev. 2018-03-31**Tabell 10.** Resultat av radonmätningar.

Punkt	R4:1
kBq/m³	4

Beträffande riktvärden för klassning av mark se kap. 6.1.4 ovan. Punkter i de närliggande områdena 1 (R1:16), 2 (R3:2) och 5 (R5:1) uppvisar lågradonradonmark med 6, 4 respektive 5 kBq/m³.

Vi rekommenderar att området i sin helhet preliminärt klassificeras som lågradonmark. Kompletterande radonmätningar förordas emellertid vid detaljprojektering för att säkerställa riskklassificering.

6.5 Område 5

6.5.1 Geotekniska förhållanden

Provtagningen vid punkt 5:1 i nordöstra delen visar att jorden överst utgörs av humushaltig jord och högförmultnad torv ned till ca 0,5 m djup. Därunder följer främst finsand med fast – mycket fast lagring ned till 3 m djup. Jordgrunden därunder är växellagrad med omväxlande mycket lösa till fasta jordlager ned till sonderingsstopp på 18,85 m (punkt 5:1). Övriga undersökningspunkter inom området visar även förekomst av varierande lösa - fasta jordlager intill aktuella sonderingsdjup motsvarande 20,5 m (punkt 5:2) till 21,1 m (punkt 5:5). Sonderingen vid punkt 5:4 har avbrutits på 13,0 m djup.

6.5.2 Kohesionsjordens egenskaper

De löst lagrade skikten har ej undersökts i detta sammanhang och dessa kan bestå av såväl löst lagrad sand och silt som lera.

6.5.3 Grundvatten

Grundvattnet i friktionsjorden kan antas ligga i nivå med Vättern eller strax däröver. Resultatet av grundvattenmätningarna i monterat rör framgår av tabell 11 nedan:

Tabell 11. Resultat av grundvattenmätningar.

Punkt	Mätperiod	Marknivå	Spetsnivå	Djup till GW-yta	Nivå GW-yta
5:1GW	170831-180328	+91,92	+81,93	2,65 m – 3,00 m	+88,92 till +89,27

6.5.4 Markradon

Markradonmätningarna har skett med markradondetektor enligt metod ROAC. Radonmätningar utfördes vid punkten 5:1 enligt nedan och med läge enligt plan å ritning G14. I nämnd punkt uppmättes radonhalt enligt nedanstående tabell 12:

Projekteringsunderlag
Uppdragsnummer: N 4947Projekterings PM
Översiktlig geoteknisk undersökning
2017-10-18, rev. 2018-03-31**Tabell 12.** Resultat av radonmätningar.

Punkt	R5:1
kBq/m³	5

Beträffande riktvärden för klassning av mark se kap. 6.1.4 ovan. Punkter i de närliggande områdena 1 (R1:16), 2 (R3:2) och 4 (R4:1) uppvisar lågradonradonmark med 6, 4 respektive 4 kBq/m³.

Vi rekommenderar att området i sin helhet preliminärt klassificeras som lågradonmark. Kompletterande radonmätningar förordas emellertid vid detaljprojektering för att säkerställa riskklassificering.

7 SYNUNKTER PÅ BEBYGGELSEPLANERING

7.1 Område 1

7.1.1 Rekommendationer för grundläggning etc.

Utförda sonderingar och provtagningar visar att jordgrunden inom sydvästra delen av aktuellt område består av lös lera. Lerans synes inneha en viss överkonsolidering vilket innebär att mindre belastningsökningar medför måttliga sättningstillskott framgent. Förekommande humushaltig jord och torvjord utskiftas vid all markgrundläggning.

Inom ytan med lösare lera finns således förutsättningar för grundläggning av lättare bebyggelse på mark. För tyngre bebyggelse på ojämna grundförhållanden inom denna yta kan pågrundläggning inte uteslutas. För den bebyggelse som planeras i aktuellt projekt är pågrundläggning eventuellt kombinerad med markgrundläggning i morän sannolik.

Sättningsproblematiken accentueras i randzonen till fastare grundförhållanden mot öster. Markgrundläggning även för tyngre bebyggelse torde emellertid kunna ske i den östra delen med de fastare grundförhållandena (moränlera).

7.1.2 Stabilitet

Stabiliteten i områdets nordöstra del är betryggande i släntens övre och mittersta partier. Vid större uppfyllningar över en meters höjd i de nedre delarna mot punkt 1:11 bör en geoteknisk översyn utföras.

Större delen av övriga ytor inom område 1 är stabila på ett betryggande sätt både för befintliga förhållanden och för eventuella uppfyllnader. Vid större uppfyllnader intill områden med lösare lergrund skall stabilitetsfrågan alltid beaktas.

Projekteringsunderlag
Uppdragsnummer: N 4947Projekterings PM
Översiktlig geoteknisk undersökning
2017-10-18, rev. 2018-03-31

Med hänsyn till att lös lera har konstaterats i släntfooten för den ca 6 m höga ryggformationen i områdets södra del har stabilitetsfrågan i detta område aktualiserats. Stabilitetsberäkningar har utförts i sektion G med dataprogrammet Novapoint Geosuite Stabilitet och i detta program vald beräkningsmetod Beast 2003. Metoden söker bl.a. farligaste glidyten för en definierad geometri och materialegenskaper. Underlag för stabilitetsanalyserna har varit de resultat som framkommit i och omkring sektionen. Beräkningsresultat och förutsättningar framgår av bilaga 1:1 – 1:4.

Beräkningar har utförts för odränerad analys (C-analys) samt för kombinerad analys d.v.s. där den lägsta av odränerad och dränerad hållfasthet används i varje punkt längs glidyten.

I Anvisningar för släntstabilitetsutredningar utgiven av Skredkommissionen (Rapport 3:95) rekommenderas vid "Nyexploatering" samt "Befintlig bebyggelse och anläggning" att erforderlig säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott är $F_c \geq 1,7-1,5$ (odränerad analys) + $F_{KOMB} \geq 1,45-1,35$ (kombinerad analys) + $F_\emptyset \geq 1,3$ (sand) för en detaljerad utredning. Vid "Annan mark" anges för detaljerad utredning att $F_c \geq 1,6-1,4$ + $F_{KOMB} \geq 1,4-1,3$ + $F_\emptyset \geq 1,3$ (sand).

Vid fördjupad utredning anges för "Nyexploatering" att $F_c \geq 1,5-1,4$ + $F_{KOMB} \geq 1,35-1,30$ + $F_\emptyset \geq 1,3$ (sand), för "Befintlig bebyggelse och anläggning" att $F_c \geq 1,4-1,3$ + $F_{KOMB} \geq 1,30-1,20$ + $F_\emptyset \geq 1,3-1,2$ (sand) samt för "Annan mark" att $F_c \geq 1,3-1,2$ + $F_{KOMB} \geq 1,2-1,15$ + $F_\emptyset > 1,2-1,15$ (sand).

Aktuell utredning betraktar vi som en detaljundersökning för "Nyexploatering" med delvis osäkra materialparametrar och materialgeometri. De beräkningsresultat som erhållits bedömer vi följaktligen ska uppfylla Skredkommissionens rekommendationer för en detaljerad utredning d.v.s. $F_c > 1,6$ och $F_{KOMB} > 1,4$. Valda värden i det mittraste intervallet beror på delvis ogynnsamma förhållanden i enlighet med avsnitt 8.2.1 i Skredkommissionens rapport 3:95.

Om säkerhetsfaktorerna för stabilitetsbrott F_c och F_{KOMB} är $< 1,0$ innebär det beräkningsmässigt en slänt/sektion som inte håller och som går till brott om alla beräkningsförutsättningar är korrekta.

De beräkningar som utförts redovisas på bilaga 1:1 – 1:4 och resultatet sammanfattas nedan och omfattar befintliga förhållanden och pålastad hjässa med 20 kPa i sektion G å planritning G2 i MUR. Värdena nedan avser F_c för totalspänningsanalys och F_{KOMB} inom parantes för kombinerad analys.

	<u>Befintliga förhållanden</u>	<u>20 kPa tillägsbelastning</u>
Sektion G:	1,94 (1,54)	1,87 (1,36)

Följaktligen är stabiliteten för slänten betryggande i befintligt utförande. Vidare visar beräkningarna att stabiliteten ej är godtagbar för en tillskottsbelastning av 20 kPa. Stabilitetsfrågan accentueras vid eventuella uppfyllnader intill eller i släntens närhet enligt ovanstående beräkningsresultat.

Projekteringsunderlag
Uppdragsnummer: N 4947

Projekterings PM
Översiktlig geoteknisk undersökning
2017-10-18, rev. 2018-03-31

Inga belastningar får påföras höjdryggen inom ytor för lös lergrund enligt begränsningsytan på planritning 4947-G2 innan särskild utredning – fördjupad utredning – utföres. Förmodligen kommer åtminstone delar av höjdryggen att bortschaktas i samband med nyetableringen med hänsyn till eventuell infart från söder till planerad anläggning.

7.2 Område 2

7.2.1 Rekommendationer för grundläggning etc.

I nordvästra delen av området visar den översiktliga undersökningen preliminärt att förutsättningarna för bebyggelse och uppfyllnader är goda i åkerslätans övre brantare del.

På fastmarksområden i de södra delarna av området med fast – mycket fast jordgrund (morän) är jorden obetydligt sättningSkänslig och där finns goda förutsättningar för grundläggning av tyngre byggnader på mark och inga större restriktioner för uppfyllnader.

Vid fastmarkens övergång till fastare lera (silt, torrskorpelera, fast lera) är jorden måttligt sättningSkänslig för belastning varvid småhusbebyggelse torde kunna ske med markgrundläggning och måttliga uppfyllningar etc. samt eventuellt med avlastning enligt kompensationsprincipen.

I randen mellan den fastare lera och lös lera accentueras sättningSproblematiken varvid de lokala förhållandena i kombination med erforderliga uppfyllningar och planerad bebyggelse blir avgörande för grundläggningen. Vid homogena grundförhållanden och där jämna begränsade uppfyllningar utförs finns förutsättningar för lättare villabebyggelse upp till 2 våningar på mark. Vid lokala variationer i grundförhållandena och/eller ojämna belastningssituationer kan sannolikt småhusbebyggelse grundläggas enligt kompensationsprincipen, för att utjämna sned- och eventuella totalsättningar, men i ogynnsammare fall kan inte på grundläggning uteslutas.

Avlastning enligt "kompensationsprincipen" innebär att befintlig jord utskiftas (grävs ur) och ersätts med lättare fyllning, exempelvis cellplast, lättklinker, skumglas etc., för att erhålla en lastkompensation.

Det är ur sättningssynpunkt generellt lämpligt att välja relativt korta byggnadskroppar samt välja lätt och flexibel konstruktion – träfasad medger flexibilitet vid ojämna rörelser. Tegelväggar (fasader) utgör en tilläggsbelastning och är även sprickbenägna vid ojämna markrörelser. Vid homogena grundförhållanden är rektangulär planform att föredra framför vinkelhus. Ur geoteknisk synpunkt bör byggnaderna orienteras med långsidan vinkelrätt mot lutningsriktningen i synnerhet för längre och högre byggnadskroppar. Därmed minimeras uppfyllnader samt erhålls förutsättningar för jämnast möjliga undergrund.

Projekteringsunderlag
Uppdragsnummer: N 4947Projekterings PM
Översiktlig geoteknisk undersökning
2017-10-18, rev. 2018-03-31

7.2.2 Stabilitet

I områdets västra del synes stabiliteten i den brantare delen av slänten god både för befintliga förhållanden samt vid ytterligare belastning av byggnation och uppfyllnader. Lösare lera förekommer i den nedre flackare delen mot Vättern och där bör uppfyllnader begränsas. Stabiliteten inom ytan nedanför släntkrön (nordost om punkterna 2:9 och 2:40) bedöms betryggande för befintliga förhållanden men vid eventuell ytterligare belastning skall stabilitetsfrågan beaktas.

I de södra och mellersta delarna av område 2 förekommer inga stabilitetsproblem. Stabilitetsfrågan aktualiseras emellertid i den uppfyllda strandzonen på lös lergrund närmast mot Vättern.

Inom den uppfyllda strandzonen har stabiliteten betraktats. Stabilitetsberäkningar har utförts i enlighet med beskrivning i kapitel 7.1.2 ovan och beräkningsresultaten har jämförts med anvisningar i Skredkommissionen Rapport 3:95 (se kapitel 7.1.2). Beräkningsresultat och förutsättningar framgår av bilaga 2:1 – 2:12.

Aktuell utredning betraktar vi som en detaljundersökning för "Nyexploatering" med delvis osäkra materialparametrar och materialgeometri. De beräkningsresultat som erhållits bedömer vi följaktligen ska uppfylla Skredkommissionens rekommendationer för en detaljerad utredning d.v.s. $F_c > 1,6$ och $F_{KOMB} > 1,4$. Valda värden i det mittre intervallet beror på delvis ogynnsamma förhållanden i enlighet med avsnitt 8.2.1 i Skredkommissionens rapport 3:95.

De beräkningar som utförts och redovisas nedan omfattar naturliga förhållanden samt belastning av 10 kPa intill 10 m från släntkrönet i sektion J, K L å ritning 4947-G8 i MUR. Värdena nedan avser F_c för totalspänningsanalys och F_{KOMB} inom parantes för kombinerad analys.

	<u>Befintliga förhållanden</u>	<u>10 kPa tillägsbelastning</u>
Sektion J:	1,94 (1,86)	1,92 (1,75)
Sektion K:	1,63 (1,63)	1,63 (1,63)
Sektion L:	1,62 (1,60)	1,62 (1,60)

Stabilitetsberäkningarna ovan och som redovisas å bilaga 2:1 – 2:12 visar således att slänten har godtagbar säkerhet mot brott men att belastningsökningar kräver särskild utredning.

Med hänsyn till resultatet av stabilitetsberäkningarna rekommenderas fördjupad utredning av stabiliteten vid ytterligare belastning närmare släntkrön än 20 m. Detta motsvarar ungefärligt den streckade linjen för lösa lerans begränsning mot söder, se planritning 4947-G8 i MUR.

Projekteringsunderlag
Uppdragsnummer: N 4947

Projekterings PM
Översiktlig geoteknisk undersökning
2017-10-18, rev. 2018-03-31

7.3 Område 3

7.3.1 Rekommendationer för grundläggning etc.

Utförda sonderingar och provtagningar visar att jordgrunden inom aktuellt område är varierande och att djupare liggande torvlager förekommer. Förutsättningar finns för grundläggning av småhusbebyggelse upp till 2 våningar på mark varvid smärre snedsättningar kan uppkomma. Med hänsyn till förekomst av lokalt varierande grundförhållanden, både vad gäller jordens sammansättning och mäktighet, rekommenderar vi en geoteknisk översyn i samband med detaljprojektering med kompletterande geotekniska undersökningar för lokalisering av svaghetszoner och dess variationer.

7.3.2 Stabilitet

Områdets stabilitet är betryggande får måttliga uppfyllnader intill 0,5 m höjd.

7.4 Område 4

7.4.1 Rekommendationer för grundläggning etc.

Utförda sonderingar och provtagningar visar att jordgrunden inom aktuellt område är obetydligt sättningskänslig för belastning. Grundläggning av småhusbebyggelse upp till 2 våningar kan ske på mark. Utskiftning av humushaltig jord och eventuell fyllning skall ske inom byggnadsytor och dess influensytor. Om tveksamhet av jordens beskaffenhet uppkommer vid grundschakten skall geoteknisk sakkunnig person tillkallas.

7.4.2 Stabilitet

Områdets stabilitet är betryggande.

7.5 Område 5

7.5.1 Rekommendationer för grundläggning etc.

Utförda sonderingar och provtagningar visar att jordgrunden inom aktuellt område är måttligt sättningskänslig för belastning. Grundläggning av småhusbebyggelse upp till 2 våningar kan ske på mark varvid vissa smärre snedsättningar kan uppkomma. Med hänsyn till förekomst av lokalt varierande grundförhållanden rekommenderar vi en geoteknisk översyn i samband med detaljprojektering. Utskiftning av humushaltig jord och eventuell fyllning skall ske inom byggnadsytor och dess influensytor. Om tveksamhet av jordens beskaffenhet uppkommer vid grundschakten skall geoteknisk sakkunnig person tillkallas.

7.5.2 Stabilitet

Områdets stabilitet är betryggande.

Projekteringsunderlag
Uppdragsnummer: N 4947

Projekterings PM
Översiktlig geoteknisk undersökning
2017-10-18, rev. 2018-03-31

8 ALLMÄNNA REKOMMENDATIONER

Område 1: Grundläggning av den planerade högre och tyngre bebyggelsen avgörs efter kompletterande geoteknisk undersökning i varje enskilt fall då byggnadslägen preciseras och med beaktande av marklutningar, erforderliga uppfyllnader, ojämna grundförhållanden i angränsning till fastmark etc. Kompletterande undersökningar erfordras med sonderingar, provtagningar, grundvattenobservationer för sättningsanalys, val av tillåten grundpåkänning m.m. för varje enskilt objekt.

Område 2: När detaljplanen är utformad rekommenderar vi att den geotekniska undersökningen kompletteras med erforderliga sonderingar, provtagningar, grundvattenobservationer för fastställande av markkategorisering för planerade byggnader och för angivande av generella grundläggningsråd för dessa byggnader.

Område 3: En geoteknisk översyn utföres för aktuellt planförslag varvid kompletterande undersökningar sannolikt erfordras.

Område 4-5: En geoteknisk översyn utföres för aktuellt planförslag. Sannolikt erfordras inga kompletterande geotekniska undersökningar. Utskiftning kan komma att ske av fyllning, humushaltig jord, torv eller annan löst lagrad ytjord inom byggnadsytor och dess influensytor för grundläggningen. Om tveksamhet av markens beskaffenhet uppkommer under grundschakten för dessa byggnader så skall schaktbottenbesiktning utföras av geotekniskt sakkunnig person.

Vi rekommenderar kompletterande markradonmätning vid detaljprojektering för definitiv markradonklassificering av områdena.

Vidare rekommenderas att fortsatt kontinuerlig uppföljning sker med pejling av grundvattenytor och mätning av porttryck i monterade grundvattenobservationsrör respektive porttrycksspetsar. Detta för att verifiera grundvattenytans årstidsvariationer samt för att vattenytan i vissa rör inte hittills hunnit stabiliseras under aktuell mätperiod.

Hylanders Geo-Byrå AB
Geoteknik

Johan Hylander
Uppdragsansvarig