



Vadstena VÄRDSHUSET 1

Vadstena

Vårdshuset 1

Planerat trygghetsboende och utbyggnader

PM Geoteknik och markmiljö

Planeringsunderlag



Stockholm 2024-10-21

Uppdragsansvarig: Jonatan Brattberg

Handläggare: Emil Davidson - Geoteknik

A. Hedenvind - Markmiljö

Granskad av: J. Brattberg

Konsult

Geoteknologi Sverige AB
Hammarbybacken 27
SE-120 30 Stockholm
Tel: 070 290 74 40
Org.nr: 559080-8084
Styrelsens säte: Stockholm

Kund

Joakim Sternander, E2C AB

Kontaktperson

Jonatan Brattberg 070-482 21 51
E-post: jonatan.brattberg@geoteknologi.se

Innehåll

1	Uppdrag och syfte	3
2	Planerade bebyggelse.....	3
3	Utförda undersökningar.....	3
4	Befintliga förhållanden och byggnader.....	4
5	Mark- och jordlagerförhållanden	4
5.1	Topografi och ytbeskaffenhet	4
5.2	Jordlagerförhållanden	4
6	Hydrogeologiska förhållanden.....	7
7	Markmiljötekniska förutsättningar.....	7
7.1	Förorenad mark	7
7.2	Radon	14
8	Geotekniska förutsättningar	14
8.1	Sättningar	14
8.2	Grundläggning av byggnader	14
8.3	Grundläggning av övrig mark och ledningar.....	15
8.4	Schakt.....	15
8.5	Lokalt omhändertagande av dagvatten	15
8.6	Materialegenskaper	16
8.7	Hållfasthetsegenskaper	16
8.8	Deformationsegenskaper	17
9	Uppföljning och kontroll.....	17
9.1	Grundläggning	17
9.2	Grundvatten	17
10	Ritningar.....	17
11	Bilagor	17

1 Uppdrag och syfte

På uppdrag av E2C AB har Geoteknologi utfört geoteknisk och markmiljöteknisk utredning för planerad bebyggelse. Syftet med utredningen har varit att klarlägga geotekniska och markmiljötekniska förhållanden, som underlag för planerade schakt- och grundläggningsarbeten. Arbetet har omfattat utförande av geotekniska och markmiljötekniska undersökningar samt utvärdering med avseende på planerad bebyggelse.

Denna PM är avsedd att utgöra geotekniskt underlag för detaljplan.

2 Planerade bebyggelse

På fastigheten Vårdshuset 1, Vadstena planerar E2C AB för uppförande av ett trygghetsboende samt tillbyggnader till befintlig anläggning – Starby Spa, Hotell och Konferens. Projektet omfattar en högre byggnad om 5 våningar i den västra delen av fastigheten och sedan en sammanhållen lägre bebyggelse med flertalet huskroppar i 1-1,5 plan på den östra delen av fastigheten.

Planerad bebyggelse är i dagsläget inte fastslagen utan finns endast i illustrerad form i figur 1. Nivåer för färdigt golv, laster från huskropparna och marknivåer är inte kända varpå denna PM beskriver generella förutsättningar för vidare planeringsarbeten.



Figur 1. Planerad bebyggelse illustrerad med grå skraffering över ortofoto.

3 Utförda undersökningar

Geoteknologi har utfört geotekniska och markmiljötekniska undersökningar i augusti 2024. Resultaten av utförda undersökningar redovisas i Markteknisk undersökningsrapport (MUR) Geoteknik, daterad 2024-09-06.

Tolkade jordlagergränser redovisas på sektionsritning G-10.2-01 tillhörande MUR-Geoteknik.

4 Befintliga förhållanden och byggnader

Innan den nuvarande funktionen som hotell och spa har gården använts för lantbruk sedan 1200-talet. Den nuvarande huvudbyggnaden uppfördes tidigt 1900-tal medan övriga byggnader har uppförts efter 1975, aktuellt ortofoto över fastigheten redovisas i Figur 2.

På fastigheten finns ett kluster med tillbyggnader till den gamla huvudbyggnaden samt en fristående paviljong i nordost. Huvudbyggnaden är uppförd i två plan, medan övriga byggnader har ett plan.



Figur 2 Aktuellt ortofoto över fastigheten från lantmäteriets karttjänst.

5 Mark- och jordlagerförhållanden

5.1 Topografi och ytbeskaffenhet

Markytan i området är plan och varierar i utförda undersökningspunkter mellan ca +89,7 och +90,5. Området består av parkmiljö med gräsytor och träd.

5.2 Jordlagerförhållanden

Tolkade jordlagergränser i sektion redovisas i figur 4 och läget för dessa sektionsmarkeringar i Figur 3 och på sektionsritning G-10.2-01 och G-10.2-02 tillhörande MUR-Geoteknik.

Jordlagerföljden på fastigheten består av ett 0,5 till 1,5 meter tjockt lager med blandad fyllning av lera, silt, sand, grus och tegelrester som överlagrar ett mestadels 1–2 meter tjockt lerlager och underst ett ca 5 meter tjockt lager med lermorän. Ställvis övergår fyllningen direkt till lermoränen. Jordlagrens variation framgår av Figur 4.

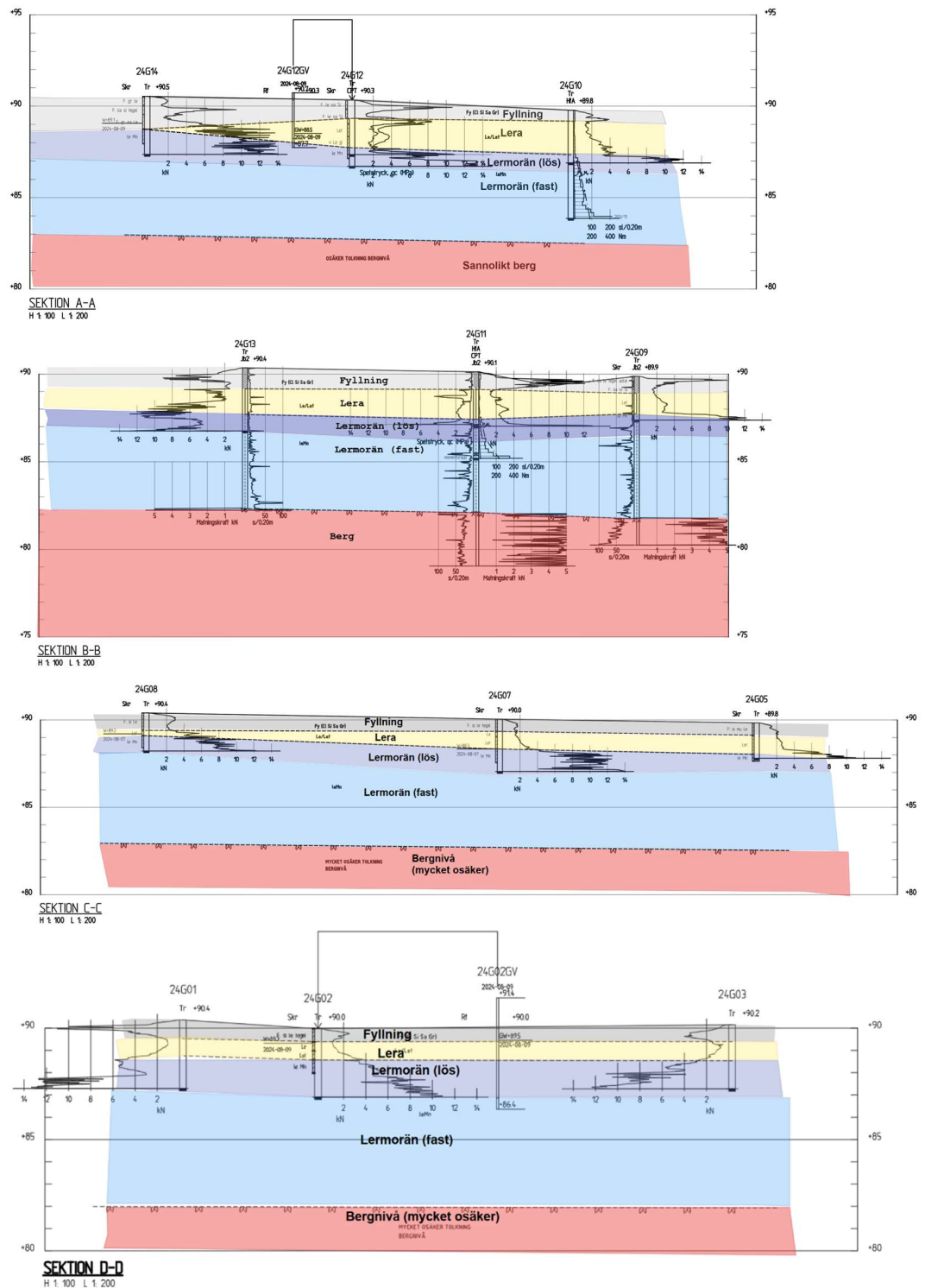
Leran är överkonsoliderad och torrskorpefast med låg vattenkvot och medelhög skjuvhållfasthet. Den översta metern av lermoränen har en lös till medelfast lagringstäthet som sedan ökar till mycket fast med djupet. På ca 5–6 meters djup övergår moränen till en väldigt styv bottenmorän i vilken utförda hejarsonderingar stannar.

Bergets nivå har endast undersökts i sektion B (på den västra delen av fastigheten) där djupet från markytan till bergnivå är 8 meter. Med hänsyn till det bedömda jorddjupet om 5–10 m i SGU:s jorddjupskarta och utförda jordbergsonderingar bedöms det sannolikt att bergnivån ligger i intervallet 5–10 meter för hela fastigheten.

I den östra delen av fastigheten har endast de ytliga lösare jordlagren sonderats varför osäkerheten kring moränens mäktighet och bergnivån är större. Bedömningen av det totala jorddjupet i sektion C och D utgår därmed inte från utförda sonderingar utan från allmän kännedom om områdets geologi.



Figur 3 Utförda sonderingar och sektionsmarkeringar samt lägen för planerade huskroppar. (Urklipp MUR-ritning G-10.2-01).



Figur 4 Tolkade jordlagergränser i sektion A-A, B-B, C-C och D-D.

6 Hydrogeologiska förhållanden

I samband med denna utredning har mätningar av grundvattennivåer utförts i två nyinstallerade rör (24G02GV och 24G12GV) som installerats med spetsarna i underliggande friktionsjord.

Grundvattnets trycknivå har vid ett mättillfälle under mätperioden 9 augusti 2024 uppmätts på nivåer mellan +88,5 och +89,5, motsvarande ca 0,5–1,8 m djup under markytan vid rören. Grundvattnets trycknivå förutsätts kommunicera med den närliggande sjön Vättern med en medelvattennivå på +88,8.

7 Markmiljötekniska förutsättningar

7.1 Förorenad mark

En översiktlig utredning av markföroreningar har utförts inom ramen för denna undersökning.

7.1.1 Föroreningshistorik och möjliga föroreningskällor

7.1.1.1 *Det finns inga tidigare förorenande verksamheter inom Vårdshuset*

Undersökningsområdet (Vårdshuset 1) utgör parkmark inom konferens och hotellverksamhet. Området har haft samma verksamhet under lång tid. Det finns inga kända tidigare verksamheter som kan ha skapat markföroreningar inom Vårdshuset 1.

7.1.1.2 *Fyllning inom Vårdshuset 1 kan vara förorenad*

Även om det inte har framkommit några tidigare förorenande verksamheter inom Vårdshuset 1 kan fyllning som påförts delar av området vara förorenad i sig. I äldre fyllning är ofta mineraliskt avfall inblandat från byggarebete, rivningar, industrier eller liknande. Vanliga föroreningar i fyllning är koppar, zink och bly men även organiska ämnen som PAH (polycykliska aromatiska ämnen) och oljerester (som alifater C16–C35).

7.1.1.3 *Det finns flera närliggande verksamheter med hög riskklass i länsstyrelsens EBH-karta*

I närområdet finns det flera möjliga förorenade områden i länsstyrelsens EBH-karta. Öster om Vårdshuset 1 finns en bensinstation (OKQ8) med riskklass 2 (näst högst riskklass). Mot norr finns verkstadsindustri med halogenerade lösningsmedel (ofta klorerade alifater som tri- eller tetrakloreten) med riskklass 2 följt av ytterligare en verkstadsindustri med halogenerade lösningsmedel med riskklass 2 samt avfallsdeponi i riskklass 3. Verksamheterna mot norr bedöms ligga parallellt med grundvattnets strömningsriktning inom Vårdshuset 1 (från öster mot väster) medan bensinstationen ligger uppströms. Föroreningar från verkstadsindustrierna norr om området kan dock i ogynnsamma fall spridas mot Vårdshuset om till exempel föroreningar som klorerade alifater spridits i fri fas. Sådana föroreningar kan spridas från fri fast till porgas och fastläggas i marken dock oftast i låga halter.

7.1.2 Genomförda undersökningar

Provtagning av jord för miljöteknisk analys har utförts i 7 punkter (24G02, 24G05, 24G07, 24G08, 24G09, 24G12 och 24G14) vilket redogörs för i MUR.

Enligt fältnoteringar (MUR Bilaga 3) utläses jordens okulärbesiktade sammansättning i samtliga undersökningspunkter samt övriga fältnoteringar. Ingen indikation på förorening så som färgförändring eller lukt noterades vid provtagning. Däremot fanns tegel i flera punkter och asfaltsrester tillsammans med tegel i en punkt.

Provpunkternas planlägen framgår av MUR ritning G-10.1-01 samt Figur 5.



Figur 5. Utförda miljöprovtagningar. Röda punkter har valts ut för analys.

7.1.3 Utförda laboratorieundersökningar

Med hjälp av fältanteckningar valdes 10 jordprover ut för vidare laboratorieanalys. Laboratorieundersökningarna har utförts av SGS Analytics Sweden AB som är ackrediterat av SWEDAC (Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll) enligt SS-EN ISO/IEC 17025.

Tabell 1. Utförda laboratorieundersökningar av jord.

Laboratorieundersökning (namn på analyspaket)	Antal	Ingående analysparametrar
M10NV	10	Metaller (As, Ba, Cd, Co, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, V, Zn)
ORGNV	3	BTEX, Alifater, aromater och PAH
ALIF	4	Fraktionerade alifater
AROM	4	Fraktionerade aromater
HVOC	2	Flyktiga klorerade kolväten
TOC beräknad	6	TOC beräknad från glödförlust

7.1.4 Referenshalter

Referenshalter används allmänt för att visa föroreningsgraden för olika enskilda prov (oftast stickprov) från över bakgrundshalt till nivån för FA (farligt avfall).

Referenshalterna som riktvärden (KM och MKM) kan också användas för bedömning av miljö- och hälsorisker medan MRR och FA används för masshantering (tyvärr används ibland även KM och MKM för masshantering vid vissa mottagningsanläggningar).

7.1.4.1 Generella riktvärden

Analysresultatet från provtagningen jämförs mot Naturvårdsverkets generella riktvärden. Dessa är tänkt att användas för att bedöma miljö- eller hälsorisker och om någon risk behöver reduceras i en efterbehandlingsåtgärd (sanering). Ett riktvärde anger en halt i jorden under vilken risken för negativa effekter på människor, miljö eller naturresurser normalt är låg och acceptabel. Riktvärden bör jämföras mot medelhalten inom en yta eller jordvolym. Naturvårdsverket har tagit fram två generella riktvärdesnivåer:

- KM = känslig markanvändning där markens kvalitet dvs. föroreningsnivå inte begränsar markanvändningen och där grundvattnet som dricksvatten skyddas på platsen. Marken kan till exempel användas till bostäder, daghem, odling och liknande känslig verksamhet.
- MKM = mindre känslig markanvändning där markens kvalitet dvs. föroreningsnivå till viss del begränsas. Grundvattnet som dricksvatten skyddas 200 m från det förorenade området. Marken kan till exempel användas till kontor, industrier, vägar och liknande verksamheter.

Eftersom projektet omfattar bostadsbebyggelse bedöms miljö- och hälsoriskerna som låga och acceptabla om medelhalten inom en avgränsad yta eller jordlager underskrider KM.

7.1.4.2 Avfallskriterier

I denna rapport jämförs även mot nivåer, koncentrationsgränser för jord som avfall inför eventuell framtida masshantering. Halter jämförs mot nivåvärden för totalhalter motsvarande MRR – mindre än ringa risk som Naturvårdsverket tagit fram för bedömning om återvinning av avfall i anläggningsarbeten (Naturvårdsverket, Handbok 2010:1). Halterna jämförs också mot Avfall Sveriges koncentrationsgränser för FA – farligt avfall för förorenade massor (Avfall Sverige, rapport 2019:01).

MRR finns som totalhalter för 13 ämnen och visar nivåer där risken för föroreningsskada är mindre än ringa. Totalhalterna beskriver risker för hälsa och miljö inom ett område där massor återanvänds/återvinns. I MRR ingår också nivåer för laktest som beskriver risken för spridning från jordvolymen som återanvänds eller återvunnits.

FA är koncentrationsgränser för enskilda ämnen för klassificering av jord som farligt avfall. För koncentrationsgränserna har hänsyn tagits till ämnernas riskklassificering avseende miljö och hälsa. En sammanvägd bedömning görs om flera ämnen ligger i närheten av FA-gräns, dvs. även under gränsen, vilket kan innebära att massor kan klassas som FA även när alla enskilda ämnen underskrider koncentrationsgränsen.

Utöver ovan finns gränsvärden för deponering av massor i inert, icke-farligt avfall och farligt avfall deponier. Dessa utgörs av värden för lakning av metaller, salter med mera och totalhalter för vissa organiska ämnen.

7.1.5 Resultat

Sammanställning av alla analyser och analyserade ämnen finns i Bilaga 1.

7.1.5.1 Fyllning

I Tabell 2 visas ämnen som kan utgöra föroreningar i ett eller flera fyllningsprov.

Tabell 2. Förorenande ämnen i fyllning.

[mg/kg TS]	MRR	KM	MKM	FA	24G05	24G08	24G09	24G12	24G14	24G02	24G07	24G09
					0–0,7	0–1,0	0,5–1,0	0–0,05	0–0,5	0–0,6	0–0,7	0–0,5
										tegel	tegel	tegel asfalt
Torrsubstans 105 °C					80,3	82,6	68	83	86,9	83,1	82,1	85,1
Metaller												
Ba, barium		200	300	50 000	86	97	130	120	61	110	120	57
Pb, bly	20	50	180	2 500	22	15	33	19	12	36	20	65
Cd, kadmium	0,2	0,8	12	1 000	0,31	0,2	0,59	0,21	0,2	0,28	0,28	<0,2
Cu, koppar	40	80	200	2 500	27	26	34	26	33	40	25	47
Zn, zink	120	250	500	2 500	86	73	250	40	48	100	87	70
Alifater												
alifater C16–C35		100	1000	10 000	14	<10		<10	<10	11	<10	26
Aromater												
aromater C16–C35		10	30	1 000	<1	<1		<1	<1	<1	<1	2,5
s:a PAH L	0,6	3	15	1 000	<0,03	<0,03						0,11
s:a PAH M	2	3,5	20	100	<0,05	<0,05						3,2
s:a PAH H	0,5	1	10	100	<0,08	<0,08						5,6

Metaller:

- Zink, koppar, bly, kadmium och barium finns i förhöjda halter.
- Zink och bly finns över KM i enstaka prov.
- Koppar och bly finns i något högre halt i fyllning med tegelrester jämfört med övrig fyllning.

Oljekolväten:

- Små oljerester, som alifater C16–C35, finns sannolikt i all fyllning men i låga halter tydligt under KM.

PAH (polycykliska aromatiska kolväten):

- PAH finns i ett fyllningsprov som innehåller asfaltsrester.
- PAH-H överskrider KM i provet medan PAH-M finns över MRR medan PAH-L och aromater C16–C35 förekommer i lägre halter.

7.1.5.2 Lera

I Tabell 3 visas ämnen med förhöjda halter i lera.

Tabell 3. Förorenande ämnen i lera.

[mg/kg TS]	MRR	KM	MKM	FA	24G05	24G08
Nivå					0,7–1,8	1,0–1,3
TS					76,9	86,5
Cd, kadmium	0,2	0,8	12	1 000	<0,2	0,25

- Kadmium förekommer över MRR i ett av två lerprov.

7.1.5.3 Övriga ämnen

Analys har även gjorts av klorerade alifater för kontroll av möjlig spridning från närliggande verkstadsindustrier. Inget prov har överskridit analysens rapporteringsgräns för klorerade alifater, se Bilaga 1.

7.1.6 Bedömning av föroreningssituationen

7.1.6.1 Fyllningen är allmänt förorenad av metaller, olja och punktvís av PAH

Fyllning har påträffats ligga överst inom undersökningsområdet. Jordarten är allmänt förorenad av för fyllning typiska föroreningar som metaller och olja men endast punktvís av PAH där fyllningen innehåller asfaltsrester.

Metall- och oljeföroreningarna bedöms i *allmänhet vara låga med medelvärden och skattade försiktiga medelvärden som UCL (medelvärdets övre 95 % konfidensgräns) tydligt under KM*, se Tabell 4. För bly, kadmium och zink överskrider UCL nivån för MRR.

För PAH-förorening (PAH-M, PAH-H och aromater C16–C35) är det tydligt att det finns en utliggare (outlier) det vill säga fyllningsprovet med asfaltsrester som skiljer ut sig från övriga fyllningsprover. Detta syns genom höga CV-värden strax under 2. Utliggaren med högre PAH-halter i ett fyllningsprov med asfalt ger också överskattad medelhalt. Vi bedömer att *fyllning med asfalt bör hanteras separat* eftersom det gäller 1 av 14 undersökta punkter (12 analyserade).

Tabell 4. Beskrivande statistik och beräknad försiktiga medelvärden UCL, för föroreningar i fyllning.

Ämne	Antal	Min	Max	Median	Medel	SD ¹	Skevhet ²	CV ³	UCL ⁴	Förd.modell
Ba	8	57	130	103,5	97,6	27,6	-0,54	0,28	116	Normal förd.
Pb	8	12	65	21	27,8	17,2	1,70	0,62	39	Normal förd.
Cd	8	0,2	0,59	0,245	0,284	0,131	2,23	0,46	0,38	Gamma förd.
Cu	8	25	47	30	32,3	7,92	1,02	0,25	38	Normal förd.
Zn	8	40	250	79,5	94,3	66,0	2,31	0,70	146	Gamma förd.
Alifater C16–C35	7	10	26	10	13	5,92	2,35	0,46	18	Lognormal förd.
Aromater C16–C35	7	<1	2,5	<1	1,21	0,57	2,65	0,47	2,1/<1	Förd. fri
PAH-M	3	<0,05	3,2	<0,05	1,1	1,82	1,73	1,65	–	Ej möjlig
PAH-H	3	<0,08	5,6	<0,08	1,92	3,19	1,73	1,66	–	Ej möjlig

¹ SD = standardavvikelsen för stickproven

² Skevhet = fördelningens skevhet med <0=vänster, >0=höger, 0 = symmetrisk

³ CV = variationskoefficient dvs. SD/medelvärde. <1 måttlig variation sannolikt normalfördelad, 1–2 stor variation och skev datamängd t.ex. gamma eller lognormal, 2–3 mycket stor kan vara flera datamängder.

⁴ UCL = medelvärdets övre 95 % konfidensgräns, dvs. en övre försiktig skattning av medelhalten om data är tillräckligt stort. Beräknat med US EPA:s verktyg ProUCL v 5.2.

7.1.6.2 Lera är inte förorenad

I torrskorpelera som underlagrar fyllningen finns låga metallhalter där kadmium överskrider nivån för MRR i ett prov. Vi bedömer dock att kadmiumhalten är normal för lera eftersom halten motsvarar vad man kan förvänta sig i alvjord (jord under matjord) i Östergötlands län utifrån SLU:s mark- och grödoinventering. Observera att MRR-nivån, som påträffad kadmiumhalt överskrider, baseras på bakgrundshalter i morän där kadmium men även de flesta metaller är naturligt lägre jämfört med lera eller matjord (se tabell A2.3 i Naturvårdsverkets rapport 5976: Riktvärden för förorenad mark).

Provtagningen visar också att inga metallföroreningar från överlagrande fyllning spridits ned till leran.

7.1.6.3 Inga föroreningar från närliggande verksamheter har spridits till området

Finns inga indikationer att bensinstationen uppströms (öster om) Vårdshuset 1) har spridit några föroreningar mot fastigheten. Det finns inte heller någon indikation om föroreningsspridning av klorerade alifater från närliggande verkstadsindustrier norr om

Vårdshuset 1. Observera att grundvattnet sannolikt strömmar från öster mot väster och diket väster om Vårdshuset 1.

7.1.7 Förenklad miljö- och hälsoriskbedömning

För att bedöma föroreningarnas miljö- och hälsorisker jämförs *representativa halter*¹ mot Naturvårdsverkets generella riktvärden för KM dvs. delriktvärden för hälsa, markmiljö och spridning till naturresurser. Representativa halter tas fram allmänt för fyllningen inom området men för PAH även för fyllning med asfaltsrester dvs. 1 av 14 provpunkter.

I Tabell 5 jämförs representativa halter UCL för fyllning mot Naturvårdsverkets generella riktvärden för KM uppdelat för hälsa, markmiljö och spridning till naturresurser som grund- och ytvattenförekomster.

Tabell 5. Representativa halter jämfört mot generella riktvärden för KM – känslig markanvändning. I tabellen visas delriktvärden för KM dvs. Hälsa, markmiljö och spridning till naturresurser. Representativa halter ges för fyllning i allmänhet men även för PAH i fyllning med asfaltsrester som utgör en liten del av området (representativ halt inom parentes).

	Rep. halt	KM- hälsa	KM- miljö	KM- spridning	Fyllning allmänt	Fyllning asfalt
Ba	116	420	200	6 100	Låg risk	Ej relevant
Pb	39	50	200	65	Låg risk	Ej relevant
Cd	0,38	0,8	4	7,2	Låg risk	Ej relevant
Cu	38	2 200	80	430	Låg risk	Ej relevant
Zn	146	2 500	250	870	Låg risk	Ej relevant
Alifater C16–C35	18	37 000	100	2 500	Låg risk	Ej relevant
Aromater C16–C35	<1 (2,5)	150	10	10	Låg risk	Låg risk
PAH-M	<0,05 (3,2)	3,5	10	16	Låg risk	Låg risk
PAH-H	<0,08 (5,6)	1	2,5	5,3	Låg risk	Hälsa

Vi bedömer att samtliga förorenande ämnen som förekommer allmänt i fyllningen inom Vårdshuset 1 så som metaller och oljekolväten (alifater C16–C35) utgör *låga och acceptabla miljö- och hälsorisker* eftersom de representativa halterna med stor marginal underskrider effektnivåerna för KM.

PAH-H i fyllning med asfaltsrester bedömer vi också utgöra en låg och acceptabel miljö- och hälsorisk utifrån att denna fyllningskategori finns i liten omfattning som sannolikt underskrider en yta av 100 m².

Om fyllning med asfaltsrester däremot förekommer inom större ytor än 100 m² bedöms PAH-H kunna utgöra en hälsorisk. Primärt genom intag av växter som odlas i eller över fyllning med asfalt eller sekundärt om fyllning med asfalt blottläggs och orsaker ett direkt intag (via partiklar på fingrar eller hud samt större dammpartiklar som människor sväljer) eller via hudupptag (partiklar och damm på blottlagd hud).

Vi bedömer därför att fyllning med asfaltsrester bör beaktas vid markarbeten och tas omhand i de fall sådan fyllning upptäcks inom större ytor.

¹ Representativa halter utgör den halt som bäst representerar risksituationen i jord utan att risken underskattas. Vid riskbedömning brukar den motsvara UCL (medelvärdeets övre 95 % konfidensgräns) som försiktig skattning av en verklig medelhalt. Den representativa halten tas fram för ett större område.

7.1.8 Avfallskaraktisering

Undersökning visar att medelhalten för bly, zink och kadmium i allmänhet överskrider totalhalten för MRR i all fyllning inom Vårdshuset 1. I fyllning med asfaltsrester överskrider även PAH totalhaltsnivån för MRR. En förenklad extern avfallshantering av fyllningen inom Vårdshuset 1 utan anmälan till tillsynsmyndigheten motsvarande MRR är därför inte möjlig. Däremot kan fyllningen återanvändas externt som *ringa risk-massor* dvs. med anmälan till tillsynsmyndighet i aktuell kommun. Fyllningen behöver i så fall även laktestas för att kunna bedöma spridningen från materialet.

Fyllningsmassor från Vårdshuset 1 kan sannolikt också tas omhand vad andra mottagningsanläggningar utifrån deras tillstånd och anmälningar. För deponering (som är sistahandsalternativ enligt miljöbalkens avfallshierarki) behöver massorna laktestas och även analyseras med avseende några parametrar som inte utförts i den här undersökningen.

7.1.9 Miljötekniska slutsatser och rekommendationer

Markundersökningen har visat att fyllningen i allmänhet är lätt förorenad av metaller som koppar, zink, bly, kadmium och barium och rester av olja som alifater C16–C35. Medelhalten för zink, bly och kadmium överskrider nivån för MRR men underskrider KM. Medelhalten av oljerester av alifater C16–C35 är låga tydligt under KM.

Det finns en mindre andel fyllning med asfaltsrester där PAH (polycykliska aromatiska kolväten) från asfalten överskrider KM för fraktionen PAH-H (tungt och cancerogena PAH) och nivån MRR för PAH-M.

Miljö- och hälsoriskbedömningen visar att markföroreningarna av metaller och olja som förekommer allmänt i fyllningen utgör låga- och acceptabla miljö- och hälsorisker för nuvarande och framtida markanvändning motsvarande KM – känslig markanvändning. Vi bedömer även att PAH i fyllning med asfaltsrester utgör en acceptabel miljö- och hälsorisk eftersom fyllningen förekommer inom en liten yta (<100 m²) trots att PAH-H överskrider KM och skulle kunna utgöra en hälsorisk. Vi rekommenderar dock att fyllning med asfaltsrester schaktas ur och tas omhand vid extern mottagningsanläggning om massorna upptäcks inom större ytor eller jordvolym (100 m² eller 100 m³).

Fyllningsmassor från Vårdshuset 1 kan återanvändas externa som avfall som ringa-riskmassor men kräver i så fall en anmälan till tillsynsmyndigheten i den kommun massorna återvinns.

Enligt miljöbalken 10 kap 11§ skall den som äger eller brukar en fastighet oavsett om område tidigare ansetts förorenat genast underrätta tillsynsmyndigheten om det upptäcks en förorening på fastigheten och föroreningen kan medföra skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön. Vi rekommenderar att denna PM delges tillsynsmyndigheten i Vadstena kommun.

Vi vill också upplysa om att schakt av förorenade massor är anmälningspliktig. Innan schakt av massor ska en anmälan om avhjälpandeåtgärd enligt 28§ föroreningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd lämnas in till tillsynsmyndigheten i Vadstena kommun.

7.2 Radon

Radonhalterna i uppmätt porluft varierar mellan ca 10-37 kBq/m³ i de utförda radonmätningarna (med spårfilmsdosor). Det ska klassas som ett normalt värde och de uppmätta värdena på porluften kan bedömmas som rimliga.

I jämförelse ligger halterna i markklass *normalradonmark*.

Vid normalradonmark gäller att *radonskyddat utförande rekommenderas* vid dimensionering av byggnader. Val av slutgiltigt radonskydd ska anpassas till hustillverkarens konceptlösning.

8 Geotekniska förutsättningar

8.1 Sättningar

Fyllningen, lerlagret och den översta delen av lermoränen är något sättningskänsliga vid stora laster. Överslagsmässigt bedöms en utbredd last motsvarande ett 5 våningshus (ca 50 kPa) ge upphov till sättningar i storleksordningen ett fåtal centimeter.

Vid plattgrundläggning ska sättningar analyseras både med avseende på totalsättningar och differentialsättningar mellan byggnadsdelar.

Laster motsvarande 1–2 våningar eller uppfyllnader på enstaka meter bedöms endast ge upphov till försumbart små sättningar.

8.2 Grundläggning av byggnader

Byggnader (1–2 våningar med lägsta golv i nivå i markplanet) föreslås grundläggas med plattor på packad kontrollerad fyllning ovan den naturligt lagrade moränen/leran. Grundläggningsdjupet skall inkl. dränerande lager och markisolering vara minst 0,4 m. Alla golv och grundsulor utförs dränerande samt frostsäkrade. För att säkra grunden mot tjällyftning bör även utvändig markisolering utföras.

Vid grundläggning i den löst lagrade lermoränen föreslås att den packas med tung vibrerande envalsvalt enligt AMA CE/4 innan nya fyllningar upp till terrasnivå utläggs.

På schaktbottennivån, mellan den naturligt lagrade lermoränen/leran och fyllningen samt mellan fyllningen och dräneringslagret, utläggs ett materialskiljande lager av geotextil (typ N2), varpå ett minst 0,15 m tjockt dränerande och kapillärbrytande lager av makadam eller motsvarande påförs.

Fyllning för grundläggning upp till terrasnivån (ca 0,5 m under grundläggningsnivån) utförs enligt AMA Anläggning CEB.211 - AMA Anläggning CEB.214. Om uppfyllning enligt AMA Anläggning 20 CEB.214 väljs, d.v.s. på fyllningar av bland- eller finkornig jord av materialtyp 3B/4A, 4B, 5A, är det viktigt att lös lera, flytbenägen jord med för packning olämplig vattenkvot inte används.

Från 0 – 0,5 m djup under grundläggningsnivån ska materialet utgöras av krossmaterial av materialtyp 1 eller 2 och packas i lager enligt AMA Anläggning tabell CE/1.

Eventuell humushaltig eller organisk jord bortschaktas.

Plattor dimensioneras enligt gällande föreskrifter EKS 12 (BFS 2022:4), Boverkets föreskrifter om tillämpning av Europeiska konstruktionsstandarder. Byggnader i med 1–2 våningsplan bedöms, enligt EN 1997-1:2005, tillhöra geoteknisk kategori 1 (GK1) samt säkerhetsklass 2 (SK2). Högre byggnader tillhör geoteknisk kategori 2 (GK2) samt säkerhetsklass 2 (SK2).

Jordens dimensionerande grundtryck, f_d kan inom områden med morän och lera för planeringsskedet väljas till 50 kPa enligt IEG Rapport 7, tabell 4.1, förutsatt att den dimensionerade lasten i brottgränstillstånd uppgår till högst 250 kN från enstaka pelare och högst 100 kN/m från vägg eller närliggande pelare, att lastresultantens lutning i förhållande till lodlinjen inte avviker mer än 5° samt att grundplattans bredd och grundläggningsdjup i jord uppgår till minst 0,4 m.

I projekteringsskedet behöver, då laster och slutgiltig utformning har bestämts, jordens dimensionerande grundtryck samt analys av förväntade sättningar kontrolleras för grundläggningen av 5-våningshuset. Om då dimensionerande sättningar och bärighet inte anses tillfredställande för rådande byggnadskonstruktion bör 5-våningshuset grundläggas med spetsbärande pålar. Vid projektering och utförande skall det beaktas att pålarna blir relativt korta, se sektionerna A-A och B-B.

8.3 Grundläggning av övrig mark och ledningar

Under förutsättning att planerad mark ligger inom 0–1 m över befintliga marknivåer bedöms inga geotekniska förstärkningsåtgärder krävas för kringliggande mark.

Gator kan grundläggas på naturligt förekommande morän efter avtäckning av mulljord/fyllning.

Ingen uppgift om planerade ledningars plan- eller höjdlägen har varit känd vid upprättande av denna handling men bedöms kunna grundläggas i öppna schakter.

8.4 Schakt

Schakt för byggnad förväntas innebära endast grunda schakter (<1,5 m). Jordschakt kan utföras med fria slänter med en lutning 1:1. Djupare schakter för eventuella ledningar etc. kan behöva utformas med flackare släntlutningar och/eller stödfyllning/stödkonstruktion eftersom de kommer utföras under grundvattennivån.

Schaktbarhetsklass för den fast lagrade lermoränen bedöms till 4–5 enligt klassificeringssystem -85, där 5 är den högsta klassen (mest svårachaktad).

8.5 Lokalt omhändertagande av dagvatten

Naturligt förekommande lera och lermorän har låg permeabilitet och grundvattennivån ligger ytligt. Dessa förhållanden skapar sämre förutsättningar för lokalt omhändertagande av dagvatten.

8.6 Materialegenskaper

Kapitlet redogör för karakteristiska materialparametrar för dimensionering enligt dimensioneringssätt 3, SS-EN 1997-1.

8.6.1 Materialtyp och tjälfarlighetsklass

För respektive jordlayers materialtyp och tjälfarlighetsklass redogörs i tabell 6.

Tabell 6 Materialtyp och tjälfarlighetsklass enligt AMA Anläggning 23.

Jordlager	Djup under markytan (m)	Materialtyp	Tjälfarlighetsklass
Fyllning	ca 0,5–1,5	2-5A	1–4
Lera	0,7-1,3	5A	4
Lermorän	ca 0,5–5	5A	4

8.6.2 Tunghet

För jordens tunghet har labresultat från undersökningspunkter och empiriska värden från TK-geo, avsnitt 5, sammanvägts och beskrivs i tabell 7 för jordens tunghet.

Tabell 7 Jordlagrens tunghet

Jordlager	Djup under markytan (m)	Tunghet γ/γ' (kN/m ³)	
		Naturfuktig jord ovan grundvattenytan	Effektiv tunghet under grundvattenytan
Fyllning	ca 0–0,5	18	-
Lera	0,7-1,3	17	7
Lermorän	ca 0,5–5	22	12

8.7 Hållfasthetsegenskaper

Utifrån utförda sonderingar och erfarenhet tillsammans med empiriskt framtagna medelvärden enligt TK-geo, redogörs i tabell 8 för jordens hållfasthetsegenskaper.

Tabell 8 Jordlagrens hållfasthetsegenskaper – karaktäristisk friktionsvinkel.

Jordlager	Djup under markytan (m)	Friktionsvinkel ϕ_k (grader) Löst lagrad/fast lagrad	Kohesion sintercept	Odränerad skjuvhållfasthet c_{uk} (kPa)
Fyllning humushaltig siltig sand	ca 0–0,5	-	-	-
Lera	0,7-1,3	30	0,1* c_{uk}	40
Sandig lerig Siltmorän	ca 0,5–5	35/32	-	-

8.8 Deformationsegenskaper

Utifrån utförda sonderingar och erfarenhet tillsammans med empiriskt framtagna medelvärden enligt TK-geo, redogörs i tabell 9 för jordens deformationsegenskaper.

Tabell 9. Jordlagrens deformationsegenskaper

Jordlager	Djup under markytan (m)	Elasticitetsmodul E_k/M_0 (MPa) Löst lagrad/fast lagrad
Fyllning humushaltig siltig sand	ca 0–0,5	-
Lera	0,7–1,3	10
Lermorän	ca 0,5–5	20/90

9 Uppföljning och kontroll

9.1 Grundläggning

I samband med mark- och grundläggningsarbetena rekommenderas att kontroller / besiktningar utförs av geoteknisk sakkunnig person samt att verkliga förhållanden i undergrunden dokumenteras.

9.2 Grundvatten

Då grundvattnet har uppmätts på grunt djup ovan aktuella schaktbottennivåer bedöms ytterligare mätningar vara aktuella för att klarlägga årstidsvariationen för grundvattennivån. I synnerhet som aktuella mätningar utfördes i augusti, en period med normalt låga grundvattennivåer.

10 Ritningar

Resultat av utförda geotekniska och miljötekniska undersökningar redovisas på planritning G-10.1-01 samt sektionsritning G-10.2-01 och G-10.2-02 tillhörande MUR-Geoteknik.

11 Bilagor

Bilaga 1 - Analysresultat markmiljö med riktvärden, 2 sidor.

Geoteknologi Sverige AB

Jonatan Brattberg

Jonatan Brattberg