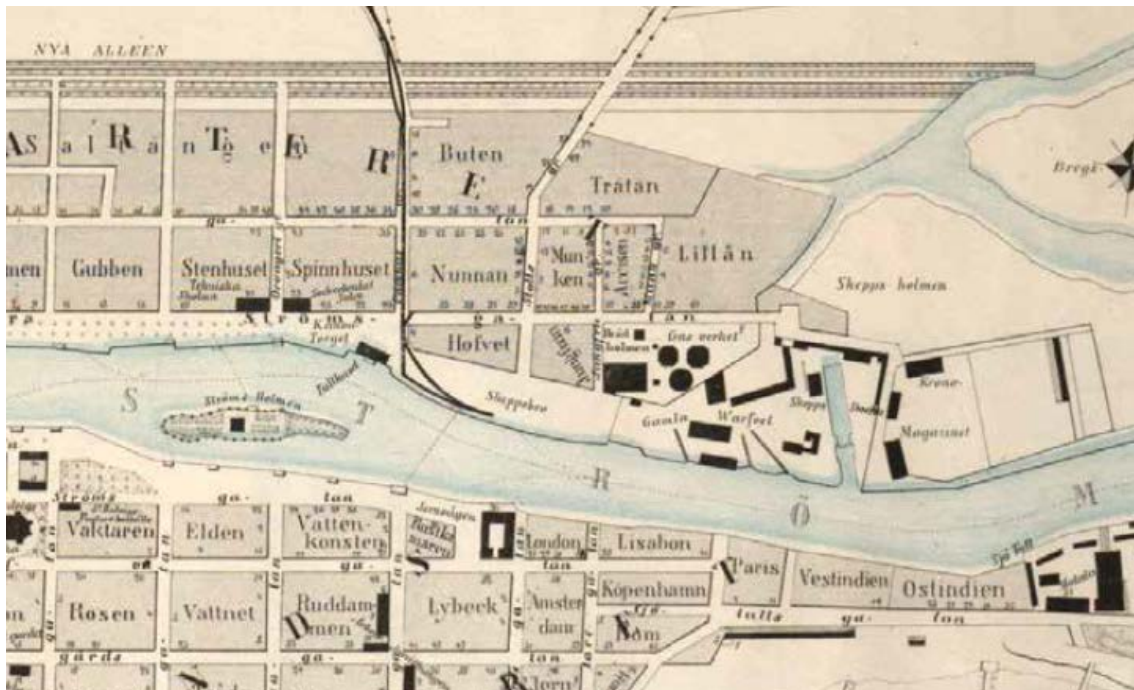


GEOTEKNISK PM

NORRKÖPINGS KOMMUN

Inre Hamnen

UPPDRAGSNUMMER 2111993000



[STATUS]

PROJEKTERINGSUNDERLAG 2015-09-18

SWECO CIVIL AB
STHLM GEOTEKNIK

LASSE ENGVALL

Innehållsförteckning

1	Objekt	1
2	Utredningens syfte	1
3	Underlag	2
4	Fält- och laboratorieundersökningar	2
5	Geotekniska förhållanden	2
5.1	Topografi	2
5.2	Jordlager	2
5.3	Grundvatten	5
6	Sättningsförhållanden	5
7	Stabilitet	8
7.1	Stabilitet mot Motala ström	8
7.2	Stabilitet mot planerade kanaler	8
7.3	Stabilitet för temporära schakter eller uppfyllnader	8
8	Grundläggning och grundförstärkning	9
8.1	Byggnader	9
8.2	Gator och ledningar	9
9	Sammanfattning	10
10	Bilagor	10

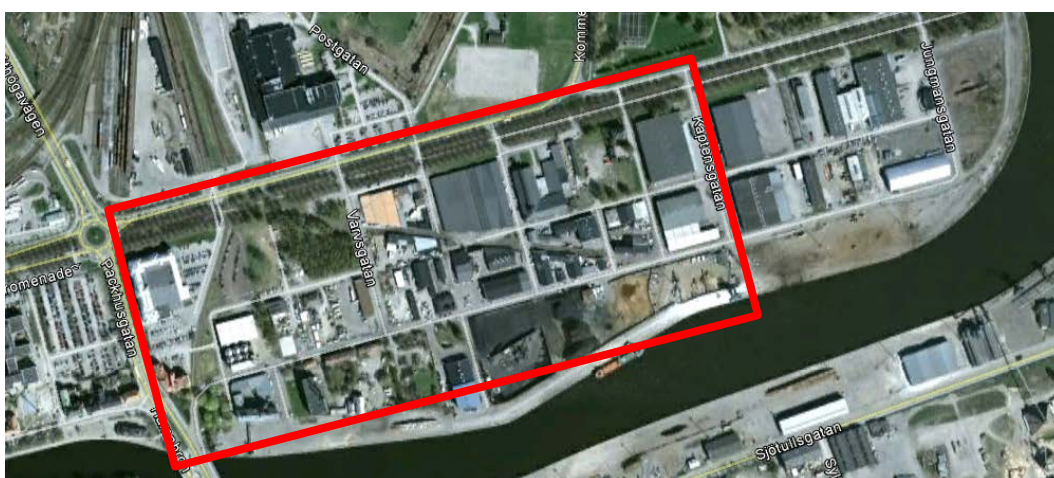
1 Objekt

Inre Hamnen (även benämnt Östra Saltängen) är beläget norr om Motala Ström i östra delen av Norrköping.

Området har historiskt använts som industriområde.

Inre Hamnen ligger centralt i staden och utgör en attraktiv del av Norrköping. Norrköpings kommun avser att exploatera området med bostäder.

Nedanstående figur 1.1 visar aktuellt område och avgränsat undersökningsområde.



Figur 1.1: Flygfoto över aktuellt område, Google Earth

2 Utredningens syfte

Inre Hamnen (Östra saltängen) i Norrköping utgörs idag och har historiskt nyttjats som industriområde p.g.a. sin närhet till Motala ström.

Inom området avses att uppföra bostadsbebyggelse.

Som en del i detta omfattande projekt har de geotekniska aspekterna studerats översiktligt. Syftet med de geotekniska undersökningarna har varit att studera lerans sättningsegenskaper då det har befarats att det finns pågående sättningar inom området.

Utredningen har även studerat konsekvenserna av en markhöjning till +2,5 p.g.a. en framtida eventuell översvämningsrisk.

Vidare har lerans hållfasthet studerats för att utgöra underlag för projektering av temporära och permanenta sponter.

3 Underlag

- Markteknisk Undersökningsrapport (MUR/Geoteknik), daterad 2013-04-17 rev 2013-09-25.
- Plan- och sektionsritning 11166, "Kolprovtagning vid norra kajen; hamnbron – dockan", uppdragsnummer G3Q120, daterad 1973-03-28. **(1)**
- "Kolupplag i kv Spoven Norrköping", Statens Geotekniska Institut, uppdragsnummer K2973, daterad 1952-10-16. **(2)**
- "Upplagsområde i kv Kronomagasin, Norrköping", Geo-Beräkningar AB, uppdragsnummer 50438, daterad 1974-12-08. **(3)**
- Geotekniska undersökningar utförda under 2015.

4 Fält- och laboratorieundersökningar

Fältundersökningar har utförts dels under 2013 dels under 2015. Undersökningarna har omfattat sonderingar och provtagningar samt installation och avläsning av grundvattenrör.

Upptagna jordprover har analyserats på Sweco Geolab.

Utförda fält- och laboratorieundersökningar redovisas i markteknisk undersökningsrapport MUR, vilken bifogas.

5 Geotekniska förhållanden

5.1 Topografi

Området utgörs av relativt horisontell utfylld mark och avgränsas i södra delen av en kajkonstruktion mot Motala ström.

5.2 Jordlager

Jorden i området består av överst fyllningsmassor som har en mäktighet varierande mellan ca 1 och 4 m.

Under fyllningen finns naturlig jord som består av lera och silt på friktionsjord ovan berg.

Den befintliga fyllningen är heterogen och bedöms främst bestå av sand, silt och grus men innehåller ställvis även aska, tegel, lera och mull.

Leran förekommer i mäktigheter varierande mellan ca 8 och ca 25 m. Leran övergår mot djupet successivt till siltig lera och lerig silt. Gränsen mellan lera och silt är utifrån sonderingar svår att utröna.

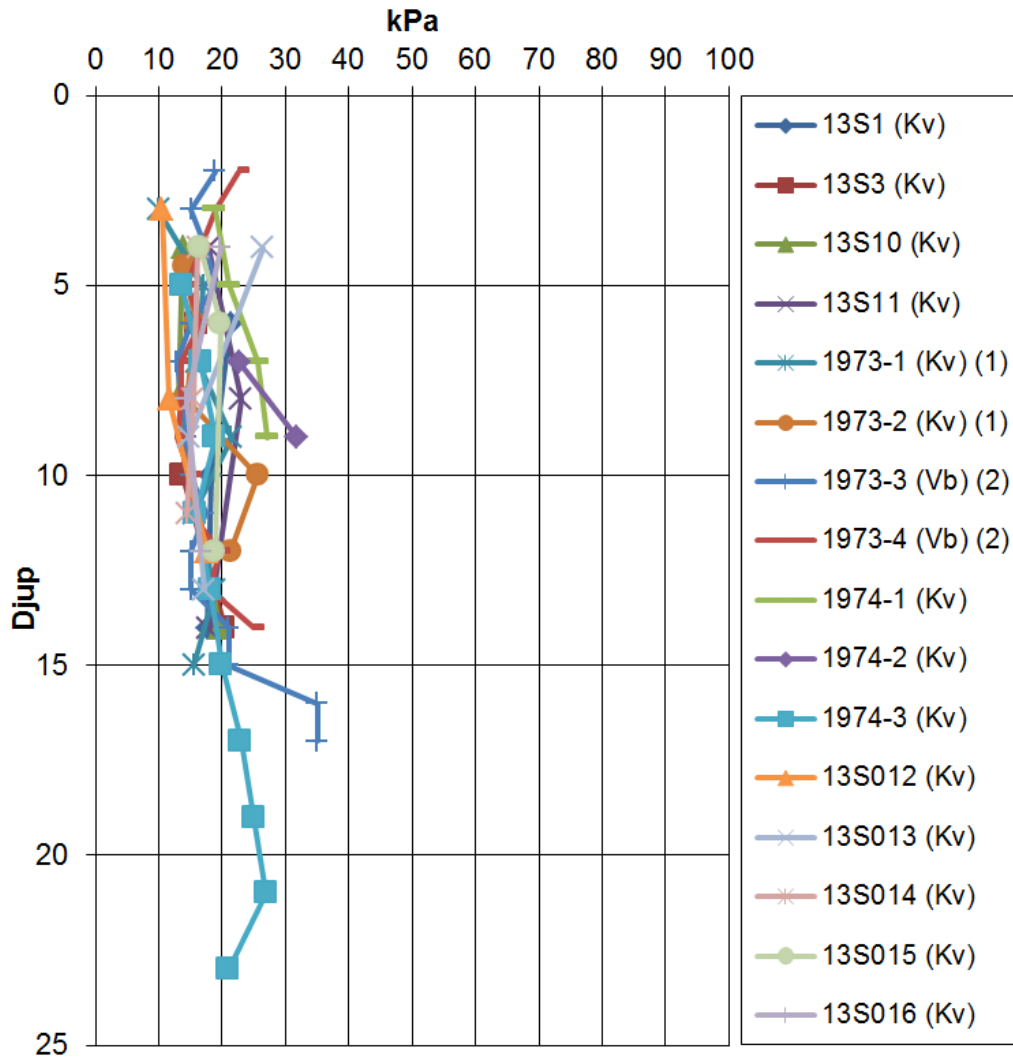
Lerans sättnings- och hållfasthetsegenskaper har studerats genom analyser på upptagna jordprover och genom vingsonderingar. Resultaten redovisas i i två diagram nedan.

2 (10)

GEOTEKNISK PM
PROJEKTERINGSUNDERLAG 2015-09-18
[STATUS]

INRE HAMNEN

En sammanställning av korrigerade¹ skjuvhållfasthetsvärden för de bestämningar som utförts under år 2013 redovisas i nedanstående figur 4.2.1.



Figur 4.2.1: Sammanställning av lerans korrigerade skjuvhållfasthet i området från undersökningar 2013

¹ Korrigerad i enlighet med SGI Information 3.

En sammanställning av korrigerade² skjuvhållfasthetsvärden för de bestämningar som utförts under år 2015 redovisas i nedanstående figur 4.2.2.



Figur 4.2.2: Sammanställning av lerans korrigerade skjuvhållfasthet i området från undersökningar år 2015

Av skjuvhållfasthetsdiagrammen framgår att lerans skjuvhållfasthet varierar relativt mycket med ett medelvärde som är ca 18 kPa mellan 2 och 12 m:s djup och därunder ökar mot djupet till ca 22 kPa på 22 m:s djup.

² Korrigerad i enlighet med SGI Information 3.

Under leran och silten förekommer friktionsjord med i allmänhet 5-15 m:s mäktighet. Djupet till berg har undersökts genom jord-bergsondering i ca 10 punkter inom området. Det största djupet till berg som påträffats är 46 m (borrpunkt 15S031).

På de geotekniska planritningarna 100G1101 och -1102 har djupen till underkant lera/silt illustrerats med djupkurvor.

Jordlagerföljden har illustrerats med olika färg på sektioneritningarna 100G1131 tom - 1138 som visar sektionerna A tom H.

5.3 Grundvatten

Inom området har 7 stycken djupa grundvattenobservationsrör installerats.

Grundvattenrören har installerats med filtret i genomsläppliga lager under leran på ca 20 m:s djup under markytan.

I nedanstående diagram redovisas uppmätta grundvattennivåer dels under 2013 dels under 2015.

Grundvattenobservation i djupa rör

Gv-rör	Ök gv-rör	M.y.	Uk gv-rör	130806	150402	150605	150814
13S1	2,70	1,60	-21,9	0,4	1,24	1,34	1,36
13S3	2,00	1,30	-22,5	0,6	0,48	0,52	0,54
13S010	2,70	1,70	-17,8	1,1	1,03	1,18	
13S015	2,30	1,30	-20,2	0,2	0,16	0,52	0,51
13S016	3,00	1,60	-17,5	0,2	0,06	1,06	1,07
15S024	2,20	1,70	-15,8		0,45	0,85	
15S025	2,60	1,50	-22,9			-0,01	-0,02

Som framgår av tabellen ligger grundvattentrycknivån i genomsläppliga lager under leran på nivåer mellan ca +0,2 och +1,0 dvs på 0,5 – 1,3 m:s djup under markytan. Avvikelser finns dock.

Grundvattenobservationer har även gjorts i grunda rör med filtret i genomsläppliga ytliga fyllningslager. Denna övre grundvattenyta ligger i allmänhet på nivåer mellan +0,2 och +0,5. Den överensstämmer alltså ungefär med vattenståndet i Motala Ström. Den korresponderar också ganska väl med vattenståndsförändringarna i Motala ström

6 Sättningsförhållanden

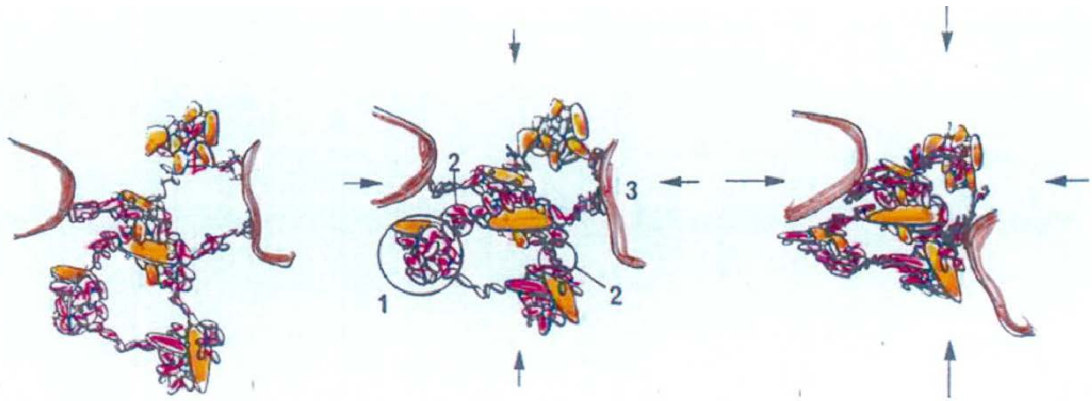
Lerans sättningsegenskaper har undersökts i 15 punkter inom området.

På basis av dessa har gjorts beräkning av vilka sättningar som uppkommer dels vid oförändrad marknivå, dels om marken fylls upp till nivån +2,5.

För båda lastfallen har antagits att grundvattennivån (grundvattentrycknivån i genomsläppliga lager under leran) ligger på nivån + 0. Detta är en något lägre nivå än de flesta mätningarna visar, men vår bedömning är att under perioder med lite nederbörd kan grundvattenytan sjunka ner till 0, Vår bedömning är också att nivån knappast kommer att sjunka lägre än så.

Vi har gjort beräkningarna dels som konventionella sättningsberäkning dels med beaktande av krypsättningar.

Krypsättningar eller sekundär konsolidering sker parallellt med de primära sättningarna och uppkommer då lerskelettet deformeras. Den sekundära konsolideringen sker i enlighet med nedanstående figur:



Figur 5.2.1: Principiell illustration över krypdeformationsförlopp.

Problematiken med ovanstående detaljerade och komplexa beräkningsmetodik är att resultatet inte är applicerbart för hela området för de delar av området som beräknats vara i ett överkonsoliderat tillstånd. Tillskottssättningen av krypdeformationer är endast aktuell i områden med $OCR < 1,35$.

Beräkning med krypdeformationer har utförts i de punkter där normalkonsoliderade förhållanden råder med (ett förenklat) syfte att hitta en faktor som sedan multipliceras med den beräknade primära sättningen.

Resultatet av beräkningarna redovisas i nedanstående tabell.

Tabell över beräknade sättningar i cm

	Uppfyllnad till +2,5		Ingen uppfyllnad		Anmärkning
	Sättning utan kryp	Sättning med kryp	Sättning utan kryp	Sättning med kryp	
13S1	0	0	0	0	Överkonsoliderad lera
13S3	59	82	7	10	Pågående sättningar
13S10	50	70	13	18	Pågående sättningar
13S11	0	0	0	0	Överkonsoliderad lera
13S12	27	38	9	13	Pågående sättningar
13S13	20	28	0	0	
13S14	5	7	0	0	
13S15	6	8	0	0	
13S16	17	24	0	0	
15S06	22	30	0	0	
15S20	14	28	0	2	
15S21	8	9	0	0	
15S28	51	100	15	23	Pågående sättningar
15S30	18	40	0	4	
15S32	38	58	0	0	

Som framgår av tabellen är sättningsförhållandena mycket varierande mellan olika delar av området. Detta bedöms bero på att upplag av kolhögar mm har resulterat i att leran i vissa områden är kraftigt överkonsoliderad dvs inom dessa områden uppkommer inga sättningar även om marken skulle fyllas upp med flera meter.

Tabellen visar emellertid också att inom andra delar av området är leran underkonsoliderad, dvs leran har ännu inte konsoliderat för den befintliga fyllningen. Inom dessa områden finns pågående sättningar. De pågående sättningarna är mycket långsamma, men kan på lång sikt uppgå till ca 15 cm.

Det ungefärlig tidsförloppet för sättningar av uppfyllnad (exkl krypsättningar) redovisas i nedanstående tabell.

Lermäktighet	5 år	10 år	20 år	30 år	100 år
10 m	28 %	40 %	57 %	69 %	98 %
15 m	20 %	27 %	38 %	47 %	80 %
25 m	12 %	18 %	29 %	28 %	50 %
30 m	9 %	14 %	19 %	24 %	45 %

Även tidsförloppet är mycket osäkert så framgår av tabellen att sättningarna av t.ex. uppfyllnad utbildas mycket långsamt.

Även tidsförloppet för krypsättningar är mycket långsamt.

7 Stabilitet

De stabilitetsfrågor som måste beaktas gäller

- Stabilitet mot Motala ström
- Stabilitet mot planerade kanaler
- Stabilitet för temporära schakter eller uppfyllnader

7.1 Stabilitet mot Motala ström

Stabiliteten mot Motala ström skall omhändertas av kajkonstruktionen. Den nuvarande kajkonstruktionen har under lång tid fungerat för nuvarande förhållanden. Relativt stora belastningar har kunnat accepteras på kajplanet utan att några skred har skett enligt de handlingar som har studerats. På kajplanet har skett mycket stora och ojämna sättningar beroende på belastningarna.

Dock är kajen nu gammal och i dåligt skick. En ny kajkonstruktion erfordras. Den nya kajen skall dimensioneras för de nya förhållanden som skall gälla. Avgörande för dimensioneringen är blivande marknivå närmast kajen, belastningen på marken närmast kajen samt blivande bottenivå i Motala ström utanför kajen.

Den planerade nya bebyggelsen kommer att grundläggas med stödpålar och kommer då ej att belasta kajen.

7.2 Stabilitet mot planerade kanaler

Stabiliteten mot planerade kanaler skall omhändertas av planerade nya sponter, vilka skall dimensioneras med avseende på de förhållanden som skall gälla avseende bilvande markyta, botten i kanalen och belastning på kanalkanten.

Med hänsyn till den mycket stora lermäktigheten är det inte rimligt att sponterna bakåtförankras med snedstag till berg och knappast heller jordstag. Horisontell bakåtförankring till ankarplattor eller förankringsspont kräver utrymme som kan vara svårt att erhålla.

7.3 Stabilitet för temporära schakter eller uppfyllnader

Vad beträffar temporära schakter och uppfyllnader kan allmänt sägas att stabiliteten måste kontrolleras vid nivåskillnader som överstiger ca 2 m om det förekommer trafiklast på den övre ytan och vid nivåskillnad som överstiger ca 3 m om det inte förekommer trafiklast.

8 (10)

GEOTEKNISK PM
PROJEKTERINGSUNDERLAG 2015-09-18
[STATUS]

INRE HAMNEN

En stor temporär schakt erfordras för sanering vid gasverkstomten. Denna kräver spont för att kunna utföras i torrhet. Schakten och sponten behandlas i bifogat PM angående sanering daterat 150625.

8 Grundläggning och grundförstärkning

8.1 Byggnader

Alla nya byggnader inom området skall grundläggas med stödpålar av stål eller betong. Detta erfordras även för lägsta golv även om golvet skulle läggas under nuvarande marknivå eftersom det kommer att erfordras en vattentät konstruktion för eventuella källare och det är svårt att göra en vattentät konstruktion med blandad grundläggning.

Pålarna kan antas nedtränga till berg. Djupet till berg har undersökts genom jordbergsondering i ca 10 borrhåll i området – framför i de borrhåll som ligger närmast kajen. De djupkurvor som lagts i på planerna gäller djup till underkant lera/silt, vilket i allmänhet ligger 5-15 m högre än bergytan.

8.2 Gator och ledningar

På grund av klimatförändring beräknas vattenståndet i Östersjön och Motala ström höjas. Det framtida vattenståndet år 2100 i Motala ström beräknats till +2,19 i höjdsystem RH2000.

Detta skall beaktas vid projektering av området och medför att antingen bör yttre mark, dvs gatu- och parkmark, höjas till nivån ca +2,5 eller alternativt görs en invallning av området så att höjningen av vattenståndet inte medför översvämning.

Om man väljer invallning kommer endast begränsad höjning av marken att erfordras, varigenom det endast erfordras förstärkningsåtgärder lokalt på mindre områden.

Om man däremot väljer att göra en allmän höjning av yttre mark till nivån +2,5 kommer omfattande förstärkningsåtgärder att erfordras av sättningsskäl. Förstärkning föreslås i detta alternativ utföras genom djupstabilisering med KC-pelare. Principen och dimensioneringen av förstärkningen beror då dels på vilka nivåer som kommer att tillämpas på kvartersmark (dvs om husen utförs med källare eller ej) dels på vilken genomförandetid man tillämpar – om man accepterar längre tid för genomförandet blir förstärkningskostnaden avsevärt lägre.

I området finns en stor huvudavloppsledning vilken skall bibehållas. Enligt uppgift är ledningen för närvarande i gott skick. Den är dock grundlagd direkt i mark och därmed känslig för marksättningar. Antingen man väljer principen invallning eller markuppfyllnad kommer någon form av åtgärder att erfordras för ledningen.

Inom området kommer att erfordras mindre stödkonstruktioner såsom stödmurar och fundament för stolpar, pumpstationer mm. För dessa kommer att erfordras separata förstärkningsåtgärder av t.ex. utskiftning, användning av lättfyllning av skumglas eller annat för att undvika pågrundläggning som är mycket kostsam på grund av stora pållängder.

9 Sammanfattning

Inom området är de geotekniska förhållandena ogynnsamma på grund av stora lermäktigheter och att det förekommer områden med pågående sättningar. Förhållandena är även mycket varierande både vad beträffar sänkningsförhållandena och vad gäller lerans skjuvhållfasthet.

I denna redovisning har inte gjorts separation av områden med olika förhållanden, men det bedöms vara möjligt att göra så på basis av de utförda undersökningarna, varvid t.ex. lokalt högre skjuvhållfasthet kan utnyttjas för dimensionering av t.ex. spont inom en viss del av området.

10 Bilagor

Markteknisk undersökningsrapport (MUR) daterad 2015-09-18 inklusive geotekniska ritningar

PM angående sanering daterat 150625.

SWECO Civil AB
Geoteknik, Stockholm

Zhaleh Habibnezhad
Handläggare

Lars Engvall
Geotekniker

10 (10)

GEOTEKNISK PM
PROJEKTERINGSUNDERLAG 2015-09-18
[STATUS]

INRE HAMNEN