
BILAGA A

TOLUST HOLDING ETT AB

Stabiliserande åtgärder Munksjön

UPPDRAGSNUMMER 1300947200

TEKNISK BESKRIVNING



VERSION 1.0

2016-01-18

JÖNKÖPING VATTEN OCH MILJÖ

LOUISE JOHANSSON

GUNNAR LARSSON

ERIK CARDELL

Innehållsförteckning

1	Inledning	2
1.1	Bakgrund	2
1.2	Uppdrag	3
2	Områdesbeskrivning	3
2.1	Lokalisering	3
3	System i plan och höjd	5
4	Recipientförhållanden	5
4.1	Hydrologiska förutsättningar	5
4.2	Vattendjup och vattenomsättning	8
4.3	Strömmar	11
4.4	Vågor	13
5	Geotekniska förutsättningar	14
5.1	Historiska utfyllnader i Munksjön	14
5.2	Södra Munksjö fabriksområde	15
5.3	Bottenförhållanden	15
5.4	Hållfasthetsegenskaper och stabilitet	17
6	Planerade åtgärder	18
6.1	Huvudalternativ	18
6.2	Förstärkningsåtgärder stabilitet	18
6.2.1	Nedpressning	18
6.2.2	Släntjustering och erosionsskydd	19
6.2.3	Tryckbank	19
6.2.4	Bakåtförankrad spontkaj	20
6.3	Flytande park	20
7	Preliminär arbetsmetodik	21
7.1	Allmänt	21
7.2	Förstärkningsåtgärder stabilitet	21
7.2.1	Nedpressning	21
7.2.2	Släntjustering och erosionsskydd	21
7.2.3	Tryckbank	22
7.2.4	Bakåtförankrad spontkaj	22
7.3	Flytande park	23
8	Tider och kostnader	23
	Referenser	24

Bilagor

- Bilaga 1 Geotekniskt PM
- Bilaga 2 Situationsplan – Ritning nr G-12-1-1113

1 Inledning

1.1 Bakgrund

I den fördjupade översiktsplanen "Ramprogram för Södra Munksjön", som fastställdes 2012, visar Jönköpings kommun huvudstrukturerna för att omvandla industriområdena runt Munksjöns södra delar till bostäder, arbetsplatser och kommersiella ytor.

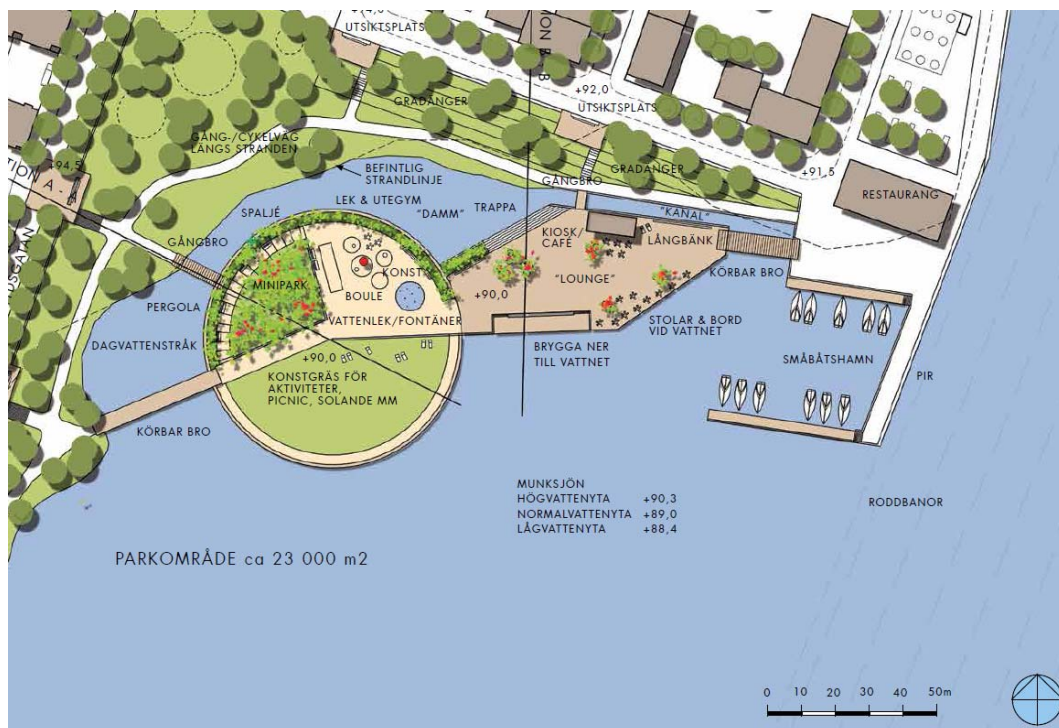
Munksjöstaden är arbetsnamnet på en ny stadsdel i centrala Jönköping vid Munksjöns sydvästra strand. Denna stadsdel är ett av omvandlingsområdena som anges i ramprogrammet för södra Munksjön. I ramprogrammet benämns detta område "Munksjö fabriksområde". Fastighetsbolaget Tolust Holding ETT AB (sökanden) avser utveckla och förädla Munksjö AB:s tidigare industriområde med bostadsbebyggelse m.m.

För första etappen av bostadsutbyggnaden för kv Lappen 5 m fl, södra delen av Munksjö fabriksområde finns en fastställd detaljplan (antagen av kommunfullmäktige 2014-01-23). Jönköpings kommun hade 2015-03-20 ett startmöte med berörda parter för att inleda arbetet med detaljplan för etapp 2. Den kommande planetappen ansluter till en mindre, redan utförd utfyllnad, i södra delen av området och berör ett markområde som historiskt har fyllts ut under Munksjö Pappersbruks verksamhetsperiod. Slänterna ner i Munksjön inom det historiskt utfyllda markområdet för etapp 2 är branta och områdets stabilitet gör att det inte utan åtgärder lämpar sig för den planändring som kommunen önskar genomföra. Slänterna måste stabiliseras för att skapa geotekniska förutsättningar att fortsätta utveckla Jönköping i enlighet med ramprogrammet för södra Munksjön. Beslut om detaljplan för etapp 2 kommer troligen att tas först när vattendom för de nu planerade stabiliserande åtgärderna har erhållits.

Vidare avses marknivån inom det historiska utfyllnadsområdet höjas som åtgärd för att beakta kvarlämnade föroreningar, men även potentiella översvämningsrisker. Den planerade höjdregeringen av området påverkar belastningen på befintliga slänter och motiverar också behovet av stabiliserande åtgärder.

I december 2013 hölls ett samråd med länsstyrelsen i Jönköpings län och Jönköpings kommuns miljökontor rörande en större utfyllnad. Bottenytan av den då föreslagna utfyllnaden i Munksjön bedömdes med dåvarande kunskap om bottenförhållanden uppgå till ca 22 000 m². Sedan dess har andra utformningar av parkytan diskuterats, och geotekniska undersökningar utförts, vilket resulterat i att förutsättningarna och förslaget till utfyllnad har ändrats. Den ursprungliga, större utfyllnaden bedöms efter utförda geotekniska undersökningar inte längre vara genomförbar, eller, den skulle kräva mycket stor bottenyta med nuvarande kunskap om bottenförhållanden.

Det nu sökta förslaget till åtgärd har som huvudsyfte att skapa stabilitetstekniska förutsättningar för att kunna anta en detaljplan för etapp 2, där delvis park, men i synnerhet kvartersmark och gator kommer att anläggas. Utöver stabiliserande åtgärder/utfyllnader i vatten ingår även spontning av kaj, samt anläggning och förankring av en flytande parkanläggning inom vattenområdet, se figur 1.



Figur 1. Idéskiss flytande park i Munksjön.

De planerade åtgärderna utgör tillståndspliktiga vattenverksamheter.

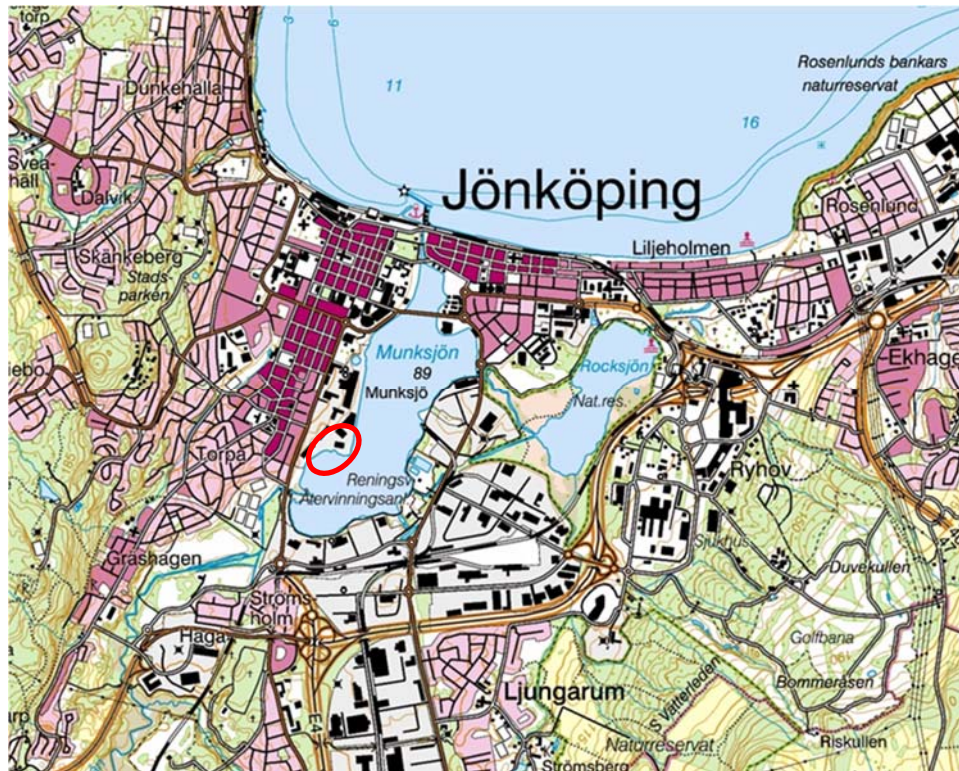
1.2 Uppdrag

Sweco Environment har av Tolust Holding ETT AB fått i uppdrag att upprätta en miljökonsekvensbeskrivning och teknisk beskrivning som ska ingå i ansökan om tillstånd enligt 11 kap. 9 § miljöbalken för de planerade åtgärderna. Föreliggande rapport utgör den tekniska beskrivningen till ansökan.

2 Områdesbeskrivning

2.1 Lokalisering

Munksjön är en centralt belägen sjö i Jönköping. Det aktuella området är beläget längs Munksjöns sydvästra strand, strax söder om Munksjö fabriksområde, se figur 2. Sjön ingår i Tabergsåns avrinningsområde och står i direkt förbindelse med Vättern via den ca 250 meter långa Munksjökanalen. Sjöns yta omfattar ca 100 ha och dess största djup uppgår till 25 m (VISS, 2015). De djupaste delarna förekommer i sjöns centrala delar.



Figur 2. Vy över centrala Jönköping. Området som omfattas av tillståndsansökan markeras med en röd ring.

Utmed Munksjöns stränder förekommer idag vitt skilda verksamheter, se figur 3. I norr finns mestadels bostäder och handel, i väster ligger Munksjö fabriksområde samt flera statliga verk, myndigheter och högskolor. Munksjöns södra och östra stränder används idag som industriområde. Längs den östra stranden är bl.a. ett avloppsreningsverk och en sortergård belägna.



Figur 3. Översiktsbild över verksamheter runt Munksjön. Röd elips anger berört vattenområde.

Närmaste nu befintliga bostäder ligger utmed Barnarpsgatan, väster om området för de aktuella åtgärderna. Barnarpsgatan i sydlig riktning är huvudtransportstråk till och från arbetsområdet. Norr om det aktuella området bedriver Munksjö AB industriverksamhet.

3 System i plan och höjd

I denna tekniska beskrivning tillämpas höjdsystemet RH 2000 och koordinatsystemet SWEREF 99 13 30, om inget annat anges.

4 Recipientförhållanden

4.1 Hydrologiska förutsättningar

Munksjön tillhör Motala ströms avrinningsområde som omfattar samtliga av Vätterns tillflöden. Munksjön är belägen längst ned i Tabergsåns vattensystem. Sjön avvattnas till Vättern via utloppet i Hamnkanalen i Jönköping. Tillflödet till Munksjön utgörs av de

naturliga vattendragen Tabergsåån och Rocksjöån. Munksjöns tillrinningsområde är 243,7 km² stort (VISS, 2015).

Utöver tillflödena från Tabergsåån och Rocksjöån tillkommer en inpumpning från Vättern via Rocksjön till Munksjön. De urbana tillflödena utgörs av utsläpp från Simsholmens avloppsreningsverk och Munksjö AB samt dagvattenutsläpp till sjön. En översiktlig bild av aktuella årsflöden ges i tabell 1 nedan (Vätternvårdsförbundet, 2009).

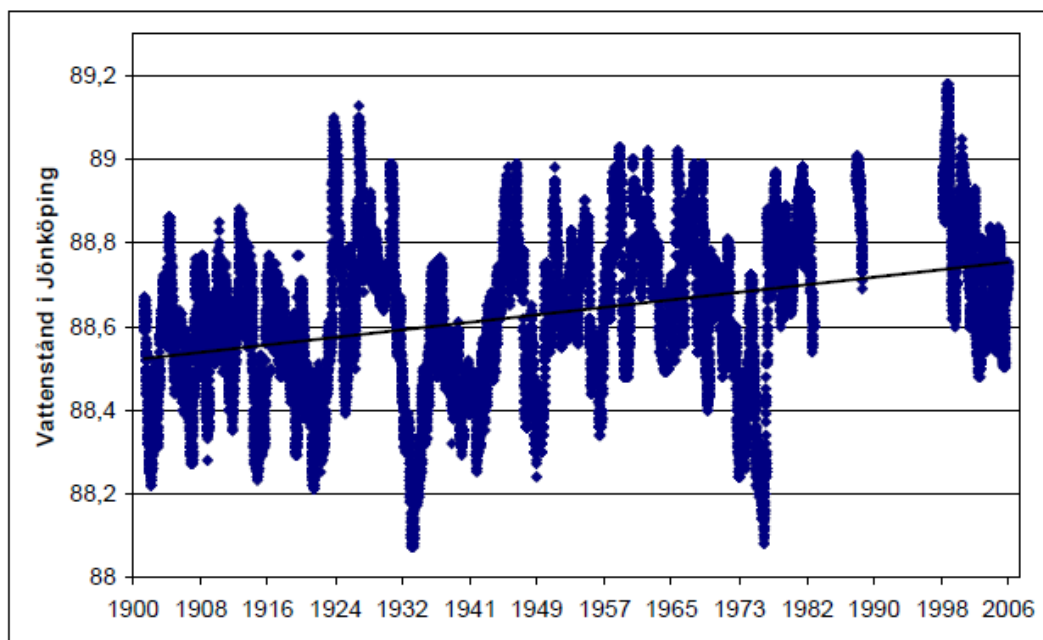
Tabell 1. Aktuella vattenflöden till och från Munksjön.
Källa: Vätternvårdsförbundet, 2009.

Flöden till Munksjön*(m³/år)	
Tabergsåån	79
Dagvatten + närområde	9
Vätternvatten via Rocksjön	39,6
Renat avloppsvatten från Munksjö AB	4,4
Renat avloppsvatten från Simsholmen	11
Flöden ut ur Munksjön (m³/år)	
Sjöns utlopp i Vättern	143

**Ingen hänsyn har tagits till nederbörd direkt på sjöytan eller avdunstningen.
Dessa antas ta ut varandra.*

Munksjöns vattenstånd stämmer i stort sett överens med Vätterns vattenstånd. I normalfallet sker avrinningen i riktning från Munksjön mot Vättern men kan bli den omvända vid nordlig vind.

I Vättern vid Jönköping har vattennivåmätningar utförts sedan början av 1900-talet. SMHI har stått för dessa fram till 1988 då Jönköpings kommun övertagit ansvaret. I figur 4 redovisas Vätterns vattenstånd sedan början av 1900-talet i höjdsystemet RH 00. Skillnaden mellan RH 00 och nu gällande höjdsystem (RH 2000) är i Jönköping ca 30 cm (Vätternvårdsförbundet, 2011). Enligt SMHI är Vätterns medelvattenyta +89,0. Vätterns 10- och 100- årsnivåer är +89,4 respektive +89,5 (RH 2000).



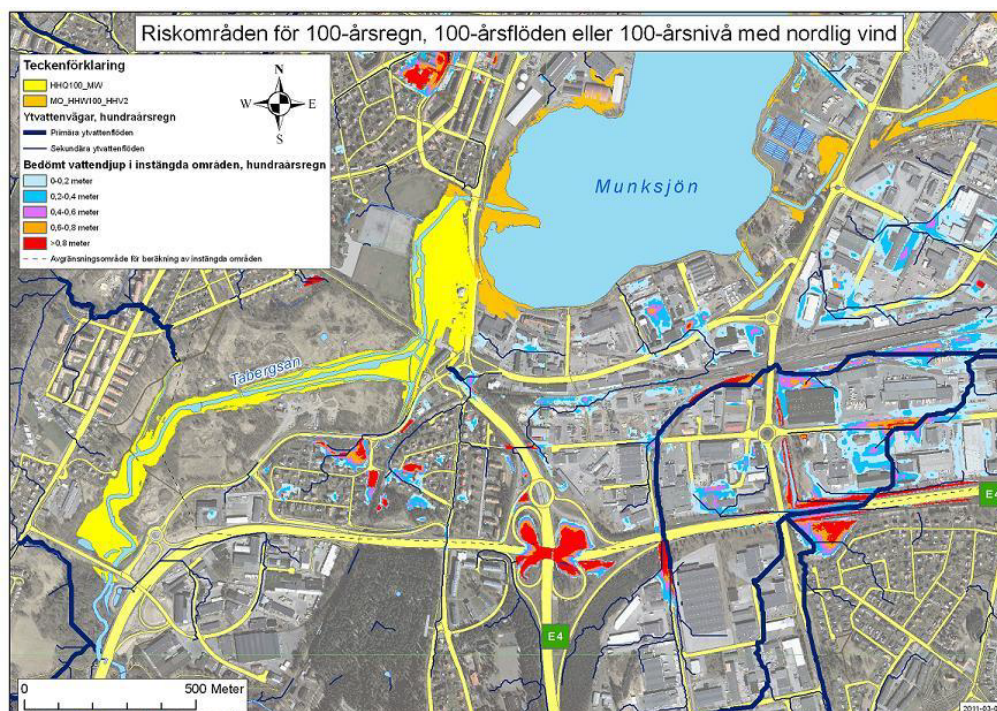
Figur 4. Uppmätt vattenstånd i Vättern vid Jönköping, fram t.o.m. 1988 SMHI:s data och därefter data från Jönköpings kommun. Höjdsystem: RH 00. Omräkning till RH2000 medför +ca30 cm. Källa: Vätternvårdsförbundet, 2011.

Den differentierade landhöjningen längs med Vättern (från Jönköping till Motala) medför på sikt ett högre vattenstånd i Jönköping. Den differentierade landhöjningen är i storleksordningen 0,1-0,2 cm per år. Vätterns nivåutveckling påverkas dessutom av kraftiga, nordliga vindförhållanden.

Jönköpings kommun har låtit utföra en översvämningsstudie för Jönköpings tätort (Sweco, 2011) som visar de mest riskutsatta områdena inom Jönköpings tätort. Området runt Tabergsås inklusive området för de planerade åtgärderna är exempel på sådana områden där det föreligger risk för översvämning vid nuvarande marknivåer, se figur 5. I studien betonas att avbördningskapaciteten i Tabergsås mynning ut i Munksjön är begränsad varför det på sikt kan bli aktuellt med åtgärder för att öka avbördningen.

Översvämningsrisken i Jönköping påverkas av en rad faktorer, såsom högt vattenstånd i Vättern, nordlig vind, differentierad landhöjning, flöden i vattendragen och nederbörds mängder. Hydrauliska beräkningar med olika kombinationseffekter (t.ex. nordlig vind i kombination med höga flöden och högt vattenstånd i Vättern) har utförts och visar att det är Vätterns maximala nivå som är styrande för Munksjöns och Rocksjöns nivåer. Högsta förutsägbara nivå för Munksjön inom en 100-årsperiod är +90,1 och inom en 200-årsperiod +90,3. Vid beräkning av nivåerna har räknats med en 100-årsnivå i Vättern i kombination med stark nordlig vind och en landhöjning på 0,15 m per hundra år.

Höjdsättning av strandlinjen inom det aktuella exploateringsområdet har skett utefter höjden +90,3, dvs högst tänkbara strandlinje i 200-årsperspektiv. I läget för nuvarande strandlinje höjs nivån till +89,5 m ö h, dvs den högsta uppmätta medelvariationsnivån.

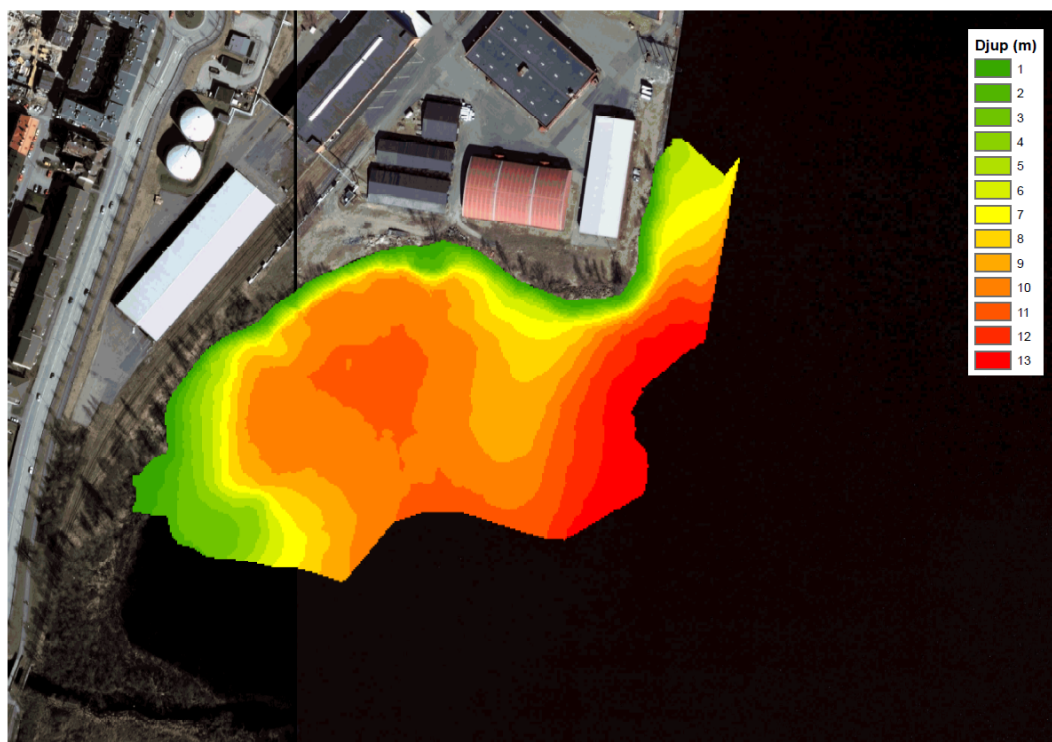


Figur 5. Utdrag från Hållbar VA-försörjning. I figuren illustreras riskområden för översvämningar.

4.2 Vattendjup och vattenomsättning

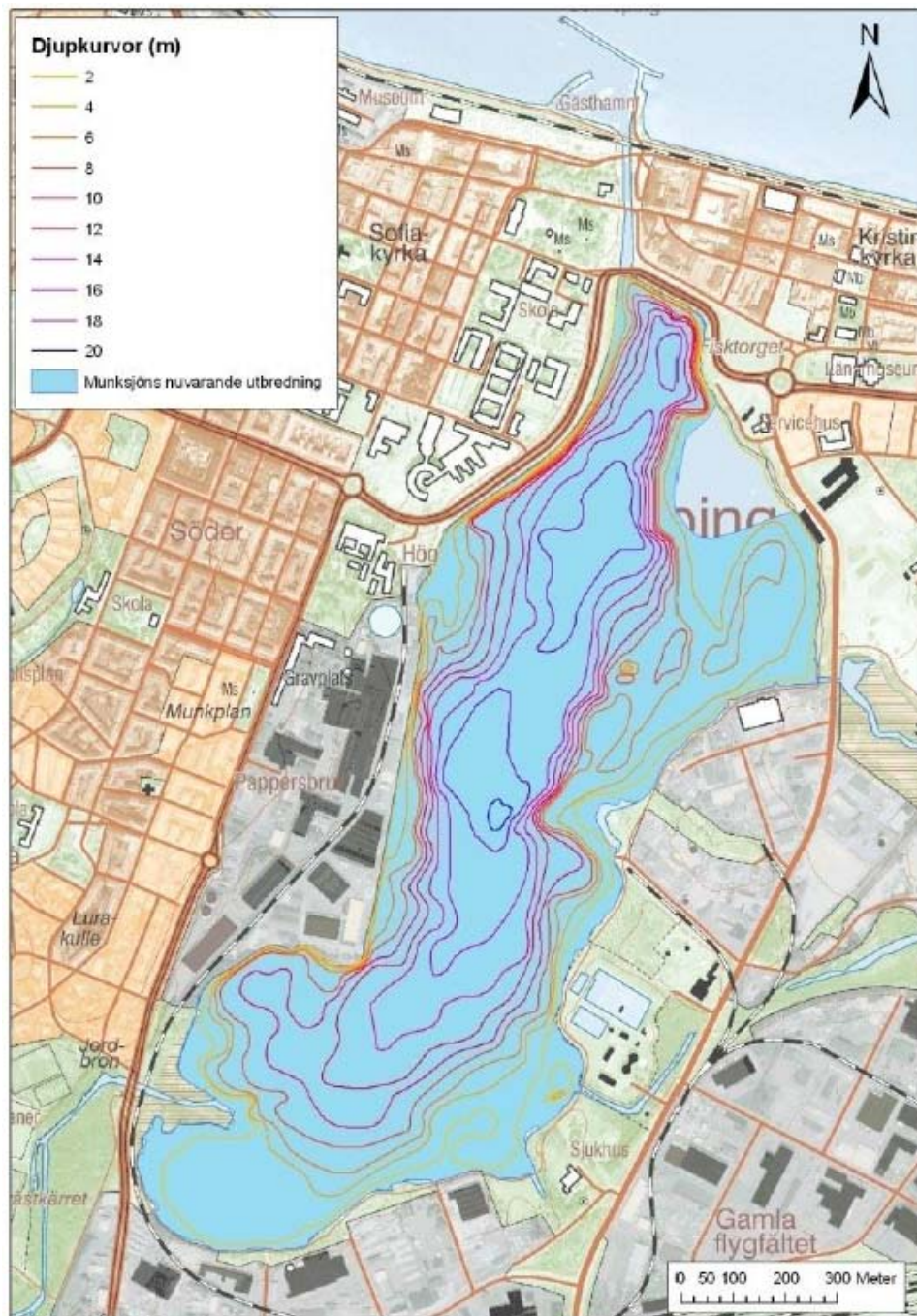
Vattendjupet i det planerade åtgärdssområdet varierar från 0 m ned till omkring 10 m, där de grunda områdena är relativt små med anledning av mycket branta strandkanter.

En ekolodning av bottennivåer har utförts av Sweco 2014, se figur 6. Kartbilden ger en uppfattning om slänternas lutning och Munksjöns djup inom det aktuella vattenområdet.



Figur 6. Resultat från ekolodning i viken samt utmed aktuell strandlinje i Munksjön.

Av ovanstående figur framgår att befintliga slänter utmed delar av utbyggnadsområdet står i brant lutning. En definierad håla med ett vattendjup om ca 11 m förekommer i nordvästra delen av viken. I sydost om hålan finns en låg tröskel på ca 10 m vattendjup som i viss mån avskiljer hålan mot den djupare ränna, med djup mellan 15 och 25 m, som är belägen i SSV-NNO riktning i den centrala delen av sjön, se figur 7 nedan.



Figur 7. Djupkarta för Munksjön. Källa: Golder, 2014.

Under sommar och vinter finns ett avgränsat djupvatten med låg omsättning och ett ytvatten som syresätts och omblandas under stagnationsperioderna med hjälp av sjöns tillflöden och vinddriven cirkulation (under ej islagd tid).

Cirkulationen i Munksjön styrs förutom av vind och tillflöden av termisk cirkulation. Vattnets temperatur bestämmer densiteten för sötvatten. Vatten med olika temperatur kommer på grund av densitetsskillnaden att befinna sig på olika djup i sjön. Vatten med +4°C underst och varmare eller kallare ovanför. Vid islossning värms vattnet upp med hjälp av solens inverkan till +4°C, vilket gör att hela vattenmassan får samma densitet och kan cirkulera

fritt i sjön (vårcirkulation). Då vattnet värms ytterligare uppkommer ett varmare ytskikt och ett kallare bottenskikt. Ju större temperaturskillnaden blir desto stabilare skiktning. Genom den termiska skiktningen kommer bottenskiktet att avgränsas från ytvattnet (sommarestagnation). Syresättningen på naturligt sätt kan då bara ske genom vertikal diffusion. Vid sommarestagnationens slut börjar ytvattnet kylas av, för att till slut ha samma temperatur som bottenskiktet, varvid hela vattenmassan åter kan cirkulera (höstcirkulation). Efter denna omblandning kyls ytvattnet och man får en omvänd temperaturskiktning med det kallaste vattnet i ytskiktet (vinterstagnation).

Munksjön har således två cirkulationsperioder och två stagnationsperioder. Stagnationsperioderna har stor betydelse för bottenvattnets syrehushållning. Syreförrådet i bottenskiktet bestäms fullt ut av cirkulationsperioderna. Om nedbrytningen av organiskt material i bottenskiktet är stor under stagnationsperioderna och den vertikala diffusionen liten, kan detta leda till syrebrist i djupvattnet.

Syrgasmätningar i sjöns mellersta del under perioden år 2000-2012 (Golder, 2014) visar att syrgashalten under sommarestagnationen ofta är låg (under 3 mg/l) från botten och upp till omkring 4-8 m under vy. Under ca hälften av åren har syrebrist även uppträtt på större djup under vinterstagnationen.

4.3 Strömmar

Den markerade och avlånga formen på Munksjön, med en längd på ca 2 km och en medelbredd på ca 0,5 km och därtill midja mitt på sjön med bredden knappt 0,4 km har stor betydelse för strömsättningen i sjön. Den långsmala formen gör att det är sannolikt att strömsystemet i första hand utgörs av en vertikal cirkulation, dvs att vattnet strömmar med vinden i ytan och som en returström tillbaka ovanpå språngskiktet, när sådant finns, på 5-10 m djup, se figur 8. När sjön saknar språngskikt kan returströmmen beröra även djupare delar av sjön, även om strömmen på de större djupen är mycket svag.

De omgivande topografiska förhållandena med höjdområden såväl väster som öster om Munksjön gör att vinden till en del styrs över i en riktning antingen från syd eller norr, dvs. mer eller mindre parallellt med sjöns längsriktning.

De största inflödena till Munksjön kommer i sjöns sydliga del genom Tabergsån och från Rocksjön. Dessa flöden i kombination med vinddriven cirkulation ger syresättning och omblandning av ytskiktet under hela den tid på året då sjön ej är islagd.

När sjön är islagd blir strömmarna mycket svaga och genomströmningen av Munksjön från Tabergsån och utflödena från Rocksjön ger meandrande vattenrörelser i ytvattnet.

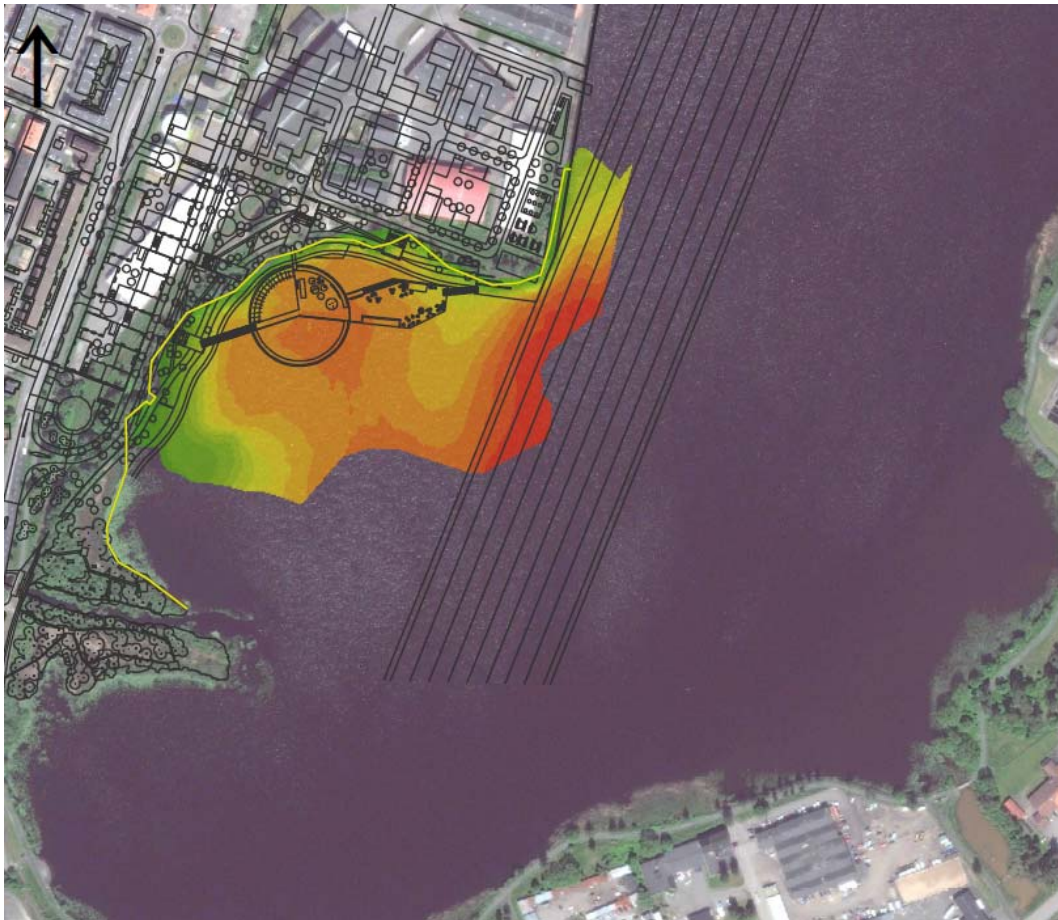


Figur 8. Strömmar till följd av vindpåverkan från syd. Vita pilar anger ytström och blåa pilar returström ovan språngskikt.

Djupförhållandena och uppbyggnaden av ett näs på ömse sidor om Tabergsåns mynning visar att den stora avsättningen av sediment från ån har skett i mynningsens omedelbara närhet. Ån rinner genom tidvis brant natur och kan därför föra med sig förhållandevis grovt material som snabbt avsätts vid mynningen av ån.

Utströmmen från Tabergsåns kombinerat med en vind från syd genererar en s.k. bakeda (strömvirvel) inom aktuellt åtgärdsområde. Strömhastigheten i bakedan är generellt mycket låg vilket bland annat skapar förutsättningar för att finpartikulärt organiskt material som förs ut via Tabergsåns att sedimentera i de centrala delarna av viken. Vid nordlig vind motverkar ytströmmen och det utströmmande vattnet från Tabergsåns varandra. Vid lite kraftigare nordliga vindar kan vinden förväntas driva en bakeda av motsatt riktning jämfört med vid sydlig vind. Vid kraftigt flöde i Tabergsåns kan flödet istället vara styrande för genereringen av en bakeda av samma riktning som för sydlig vind. Strömhastigheten i bakedan blir dock generellt lägre än när ytström och vind samverkar.

Den flytande parken upptar ungefär en 1/3-del av den lilla bukiga viken där det nu finns en bakeda, se figur 9. Vilken inverkan parken får på strömsättningen inne i viken beror på hur stort djupgående den flytande parken får. Rimligt är dock att anta att ytströmmen störs så mycket att bakedan istället bildas inom den kvarvarande ca 2/3-delen av buktens yta. Genom den minskade ytan kommer strömsättningen sannolikt att öka något jämfört med dagens förhållanden eftersom drivkraften för bakedan, dvs Tabergsåns utlopp i sjön, kommer att vara oförändrad. Dock kommer samma generella förhållande för strömriktning kopplat till vindriktning och utflöde ur Tabergsåns att gälla som idag.



Figur 9. Placeringen av den flytande parken i viken norr om Tabergsåns mynning.

4.4 Vågor

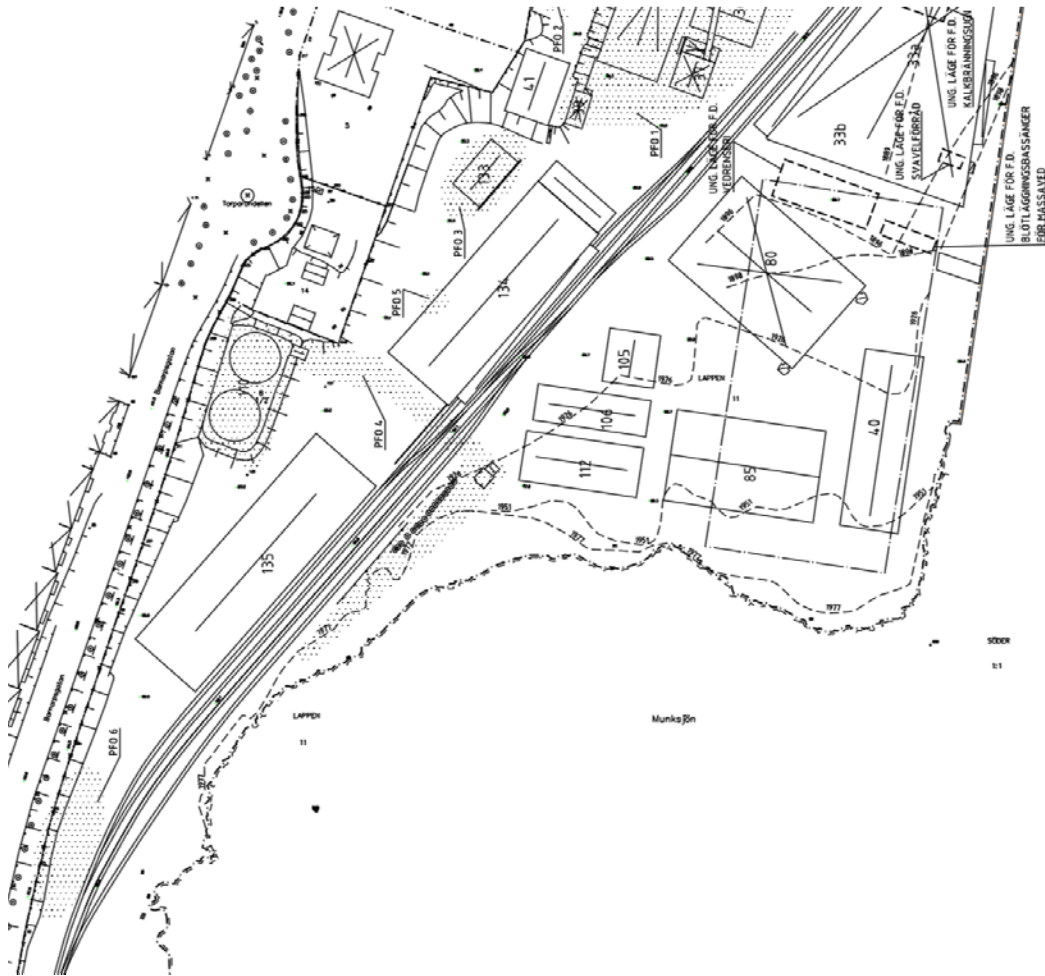
Hur stora vågor som kan bildas och därmed påverka åtgärdsområdet beror på ett flertal faktorer såsom vindhastighet, vindriktning, vindvaraktighet och stryklängd. Aktuell del av Munksjön och planerat område ligger mycket väl skyddat från vågverkan då sträckan av vattenytan på vilken vinden blåser (stryklängden) är mycket begränsad från i princip samtliga vindriktningar. Den längsta stryklängden erhålls i sydostlig riktning, vilken endast uppgår till ca 600 m. Någon nämnvärd våghöjd kan således inte komma att påverka den

flytande parken med tillhörande anslutningar. Dimensionerande för sidokrafter på den flytande parken kommer därför att bli vindar från olika riktningar och is under kalla vintrar.

5 Geotekniska förutsättningar

5.1 Historiska utfyllnader i Munksjön

Tidigare utfyllnader vid Munksjö fabriksområde har skapat nuvarande strandlinje i området som ansökan avser. Enligt en historisk inventering utförd av SWECO VIAK (Sweco, 2008a) finns innanför nu aktuellt åtgärdsområde ett flertal utfyllnader noterade från år 1889 fram till 1977, se streckade linjer i figur 10. Merparten av markområdet som låg öster om det tidigare järnvägsspårområdet är utfyllt.



Figur 10. De streckade linjerna anger strandlinjen inom det historiska utfyllnadsområdet i den södra delen av Munksjö Fabriksområde. Källa: Sweco, 2008a.

Under 2013 godkändes (Länsstyrelsen 2013-06-10, dnr 535-9437-2012) en mindre nu utförd utfyllnad i södra delen av området om ca 3 000 m³ efter en anmälan till Länsstyrelsen. Syftet var att möjliggöra flytt av ledningsstråk utmed Barnarpsgatan i samband med exploatering av området. Utfyllnaden omfattande ursprungligen en spont med fyllning bakom spanten. Efter en komplettering till anmälan 2014 och beslut från Länsstyrelsen (2015-03-16, dnr 535-738-2014) förändrades utformningen till en slänt utförd genom kontrollerad nedpressning av sprängsten. Nedpressningen rörde området utmed

den södra delen av den nyanlagda Vaggerydsgatan i den södra delen av Munksjöstaden. Området med redan utförda nedpressningsåtgärder ligger i södra delen av området, i direkt anslutning till nu sökta åtgärder.

5.2 Södra Munksjö fabriksområde

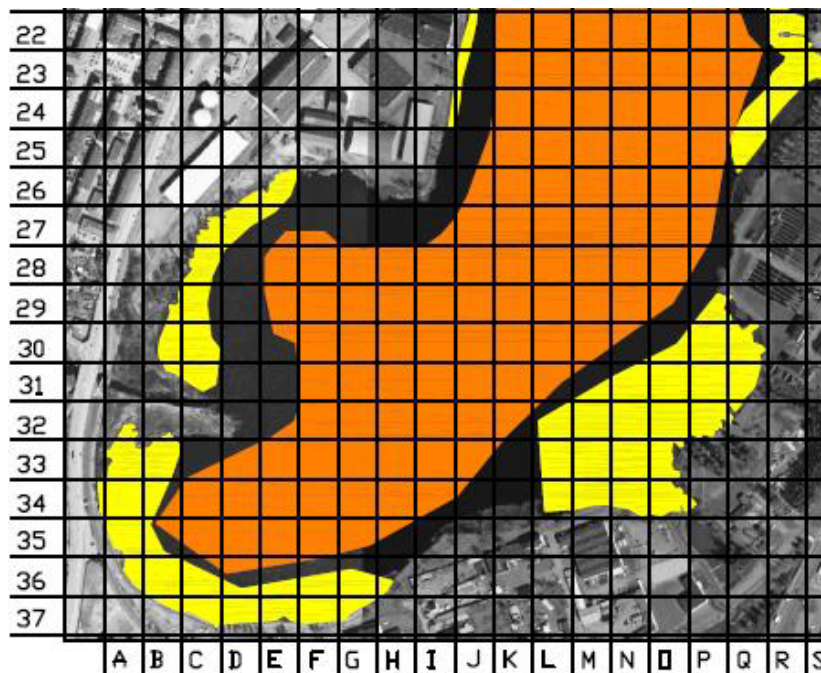
En översiktlig geoteknisk undersökning har utförts av det historiskt utfyllda markområdet (Sweco, 2008b). Av rapporten framgår att marken öster om det tidigare järnvägsområdet utgörs av oftast 4-6 meter fyllning, underlagat av 0,5-1 meter torv. Torven underlagas av sand och siltig sand till stora djup.

Vid detaljerade geotekniska undersökningar i anslutning till två förorenade punktkällor (Sweco, 2013a), relativt nära strandlinjen, noteras fyllningens mäktighet till 4-10 meter, även här underlagad av ca 1 meter torv. Bland fyllnadsmassorna påträffas sprängsten, mesa, tegelrester, papp, trä- och växtrester, metall/stålband, metallspån, plast, slagg, aska, olje- och tjärindränkt sand mm. Inga borrhopp noterades mot berg inom undersökningsdjupen 15-20 meter från markytan.

Lagringstätheten i fyllningen i markområdet är generellt mycket lös till lös. Lagringstätheten i den underliggande naturligt lagrade jorden är lös, med vissa medelfasta partier, ned till ca 15-20 meter, där jorden övergår till att vara fast lagrad.

5.3 Bottenförhållanden

I en sedimentundersökning utförd av Geonova 2010-09-20 beskrevs fördelningen mellan erosions- transport- och depositionsbottnar i Munksjön, se Figur 11. Den analysen visar att området som är aktuellt i ansökan främst utgörs av erosions- och transportbottnar. Analysen grundas på relativt få mätpunkter.



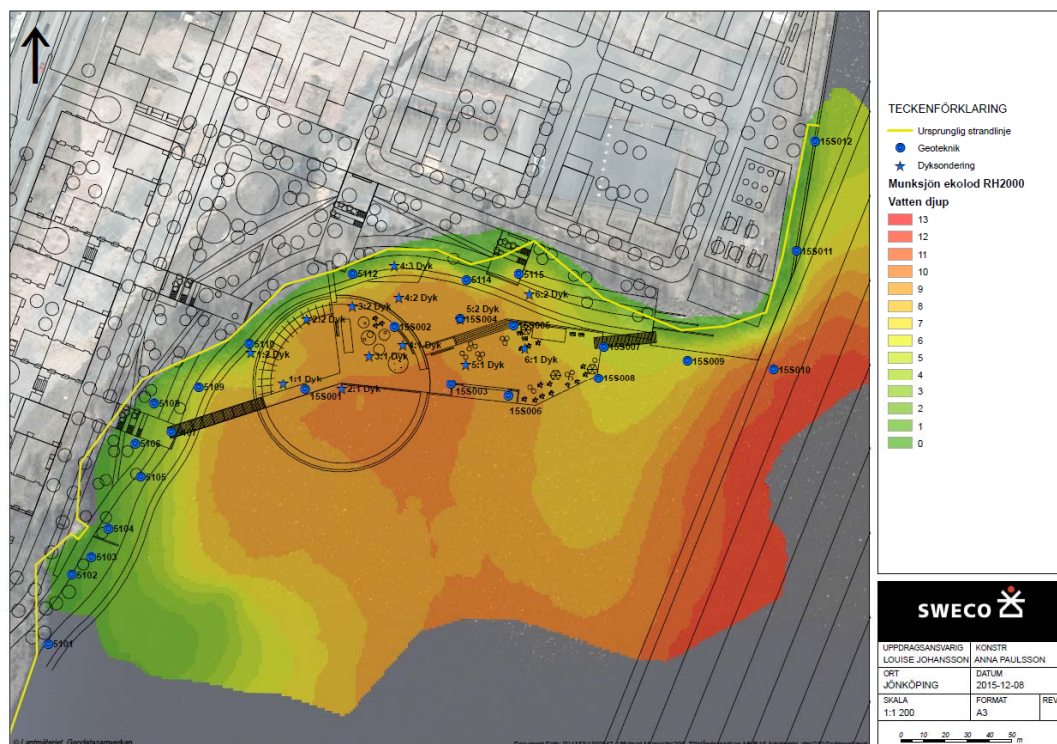
Figur 11. Utdrag från sedimentprovtagning i Munksjön och Rocksjön, Geonova, 2010-09-20. Gula områden representerar erosionsbotten, svarta områden transportbotten och orange s.k. depositionsbotten.

Swecos utredningar av bottenförhållanden (se nedan) visar att merparten av bottenytan från släntfot och utåt sjön med största sannolikhet är ackumulationsbotten. Strömningshastigheten i området är mycket låg eftersom endast cirkulationsström kan finnas, vilken styrs av Tabergsåns utflöde och sydlig vind. Erosions- och transportmekanismerna bedöms då främst vara styrda av vågverkan, vilken enligt ovan är begränsad på platsen. Djupet i området nedför de branta slänterna är stort, sedimenten mäktiga och vattenhalten i de ytliga sedimenten överstiger 75%, det sistnämnda är en allmän definition av ackumulationsbotten.

Munksjön djup är ca 25 meter i mitten av sjön. Inom det ansökta området förekommer vattendjup om upp till 11 meter, jämför Figur 6 ovan. Baserat på undersökningarna är det högst troligt att botten i området utgörs av ackumulationsbotten från 8-9 meters djup

Geoteknisk undersökning av sediment med avseende på stabilitet för den mindre, redan utförda utfyllnaden, i södra delen av området, samt landområdet innanför nu aktuellt åtgärdsområde, har genomförts (Sweco, 2013b), se Figur 12. Undersökningen visade på mäktiga (ca 5 m) lösa sediment i det dåvarande utfyllnadsområdet som låg relativt nära land. Sedimentet var uppbyggt av mycket löst sediment/dy under detta lös finsandig siltig gyttja, sedan sand.

Under försommaren 2015 genomfördes en manuell sticksondering av dykare i syfte att kartlägga sedimentens mäktighet och fastställa djup till fast botten (ØPD Subsea AB, 2015). Sonderingspunkter valdes i då antaget läge för släntfot och utbredning tryckbank, se figur 12 (punkter med ändelsen Dyk). Resultaten visade att sedimenten i de östra delarna av åtgärdsområdet var mycket löst lagrade och hade en mäktighet större än 7 meter (vilket var det djup som den manuella sonderingen kunde nå).



Figur 12. Planen anger utförda geotekniska sonderingspunkter, dels genom sticksondering med dykare (Dyk) och dels genom geotekniska undersökningar med borrhandsvagn från flotte 2013 och 2015.

I september 2015 utfördes en geoteknisk undersökning med borrhandsvagn från flotte inom vattenområdet för att klargöra utbredning och mäktighet av lösa sediment inom aktuellt område samt få information om sedimentens hållfasthetsegenskaper och kunna beräkna åtgärdernas (slänter och tryckbank) nödvändiga bottenyta. Sondering med CPT skedde i tolv punkter och vingsondering utfördes i två av dessa punkter på fyra nivåer, se Figur 12 ovan. Resultaten från undersökningen framgår av geoteknisk PM (Bilaga 1). Sammanfattat kan konstateras att sedimenten i området har mäktighet på upp till 15 meter.

Dessa resultat korrelerar väl med resultaten från geotekniska undersökningar inom det utfyllda markområdet norr om bukten, där lagringstätheten i den underliggande naturligt lagrade jorden (dvs ursprungligen sediment) var lös, ned till ca 15-20 meter.

5.4 Hållfasthetsegenskaper och stabilitet

Utförda stabilitetsberäkningar visar på totalsäkerhetsfaktorer i odränerad analys för befintliga förhållanden kring ca $F_c=1,1$ för området inom ca 10 à 15 m från strandlinjen. Detta är inte tillfredsställande stabilitetsförhållanden för anläggandet av ny parkmark och GC-väg enligt Skredkommissionens rekommendationer.

För mer detaljerad beskrivning av utförda undersökningar och stabilitetsberäkningar hänvisas till PM geoteknik (bilaga 1).

6 Planerade åtgärder

6.1 Huvudalternativ

Ansökan avser tillstånd enligt 11 kap. 9 § för anläggande av en flytande park, släntstabiliserande åtgärder i bukten direkt söder om Munksjö fabriksområde i Munksjön och förlängning av befintlig kaj vid den historiska utfyllnaden vid Munksjö fabriksområde.

För åtgärderna med släntjustering, tryckbank och kajkonstruktion bedöms en sammanlagd bottenyta om ca 15 000 m² tas i anspråk, se situationsplan i bilaga 2.

6.2 Förstärkningsåtgärder stabilitet

Jönköpings kommun arbetar parallellt med denna tillståndsansökan med en detaljplan för det aktuella vattenområdet samt landområdet norr om detta (kv Lappen 17). Planområdet omfattar delvis ett ca 40 000 m² stort historiskt utfyllnadsområde på land, bestående av löst lagrade fyllnadsmassor. Slänterna ned mot Munksjöns botten är ställvis branta.

Markområdet inom ca 10 à 15 m från strandlinjen uppfyller idag inte de säkerhetskrav avseende stabilitet som ställs för park-, och kvarters- och gatumark. Marken måste klara de framtida laster som väntas tillkomma inom området vid planerad övertäckning av föroreningar och klimatrelaterad översvåmningsanpassning som har föreslagits som åtgärd. Därmed är det underförstått att förstärkningsåtgärder måste till för att kunna anta kommande detaljplan och fortsätta förädlingen av området från industriområde till centralt och sjönära bostadsområde i linje med Jönköpings kommuns ramprogram.

Ansökta åtgärder avser justering och förstärkning av slänter och undervattensslänter. Detta utförs genom kontrollerad nedpressning av sprängsten i slänt, där mäktigheten av lösa material är mindre. Vid mäktigare lösa lager utförs åtgärder genom utläggning av krossmaterial för att justera släntlutning och skapa tillräckligt erosionsskydd. Den sistnämnda åtgärden måste föregås av utläggning av en tryckbank på botten för att motverka de glidytor som de konstaterat mäktiga lösa sedimenten kan orsaka.

Tryckbank och förstärkning av undervattensslänter utförs med krossmaterial (0-200 mm). För att minimera uppgrumling av förorenade sediment kommer sand att läggas ut på Munksjöns botten inom aktuellt område innan krossmaterial påförs. Sanden läggs ut genom pumpning av en slurry bestående av sand och vatten i ledning från pråm där denna sprids över vattenytan och får sjunka ned mot botten.

Åtgärdsområdet för metoden sträcker sig från tidigare utförd utfyllnad i söder, vidare norrut utmed strandlinjen i bukten, se situationsplan bilaga 2. De stabiliserande åtgärderna berör en yta om ca 13 000 m². En del av denna yta utgörs redan idag av branta undervattensslänter.

Utförandet av de stabiliserande åtgärderna bedöms ta ca 6-10 månader.

6.2.1 Nedpressning

I den sydligaste delen för ansökta åtgärder är torvmäktigheten 3-4 meter. Dessa förutsättningar möjliggör kontrollerad nedpressning av sprängsten, likt tidigare utförd utfyllnad direkt söder om detta område. Nedpressning sker med grov sprängsten >600 mm ner till underliggande fast sand och utförs i direkt anslutning till tidigare utförd utskiftning/ nedpressning. Aktuell bottenarea som berörs av nedpressning omfattar ca 1 200 m².

6.2.2 Släntjustering och erosionsskydd

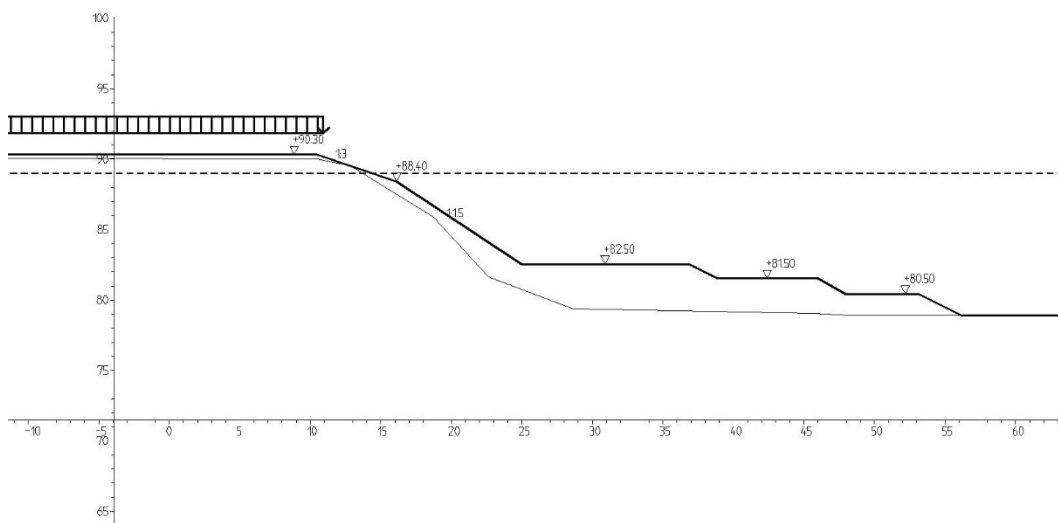
Släntjustering för reglering av befintlig släntlutning och anläggande erosionsskydd utförs norr om nedpressningsområdet och längs hela strandlinjen fram till uddens västra del. I detta område är mäktigheten av lösa material betydligt större, vilket kräver en annan lösning. Åtgärden utförs med krossmaterial 0-200 mm.

Åtgärden omfattar en sträcka om ca 250 meter och följer i huvudsak befintlig strandlinje och slänt. Nivån +89,5 föreslås i läget för nuvarande strandlinje (+89,0 medelvattennivå) för att beakta ökade vattennivåer samt åstadkomma en viss täckning av kvarlämnade föroreningar i mark. Slänten anläggs med lutning 1:3 från högsta beräknade högvattennivå i 200-års-perspektiv (+90,3) och ner till lägsta beräknade lågvattennivå (+88,4). Viss tillkommande markyta kommer att skapas till följd av säkrare släntlutningar. Lokalt kan flackare slänter anläggas för att möta nivåer i området och anslutningar till andra anläggningar. Släntlutningen under lägsta vattennivå (från +88,4 till +82,5) ansätts till 1:1,5.

6.2.3 Tryckbank

För att kunna stabilisera landområdet utmed strandlinjen (slänterjustering och erosionsskydd) krävs en tryckbank. Tryckbanken byggs upp av sand och krossmaterial och får en mäktighet om 1-2 meter med nivån +82,5 i släntfot och med slutlig höjd ca +80,5 längst åt öster. Tryckbankens överyta är därmed minst 6-7 meter under Munksjöns vattenyta vid släntfot. En sektion visas i Figur 13.

Den bedömda ytan i plan som åtgärderna med släntjustering och tryckbank gör anspråk på är avrundat uppåt ca 13 000 m². En del av denna yta utgörs redan idag av branta undervattensslänter.



Figur 13. Förslag på tryckbank, sektion

6.2.4 Bakåtförankrad spontkaj

En bakåtförankrad spontkaj anläggas som förstärkningsåtgärd för att stabilisera det historiskt utfyllda markområdet och tillkommande laster utmed strandlinjen runt udden och norrut, anslutande mot befintlig kajkonstruktion. Befintlig kajkonstruktion norr om det sökta området avses att renoveras.

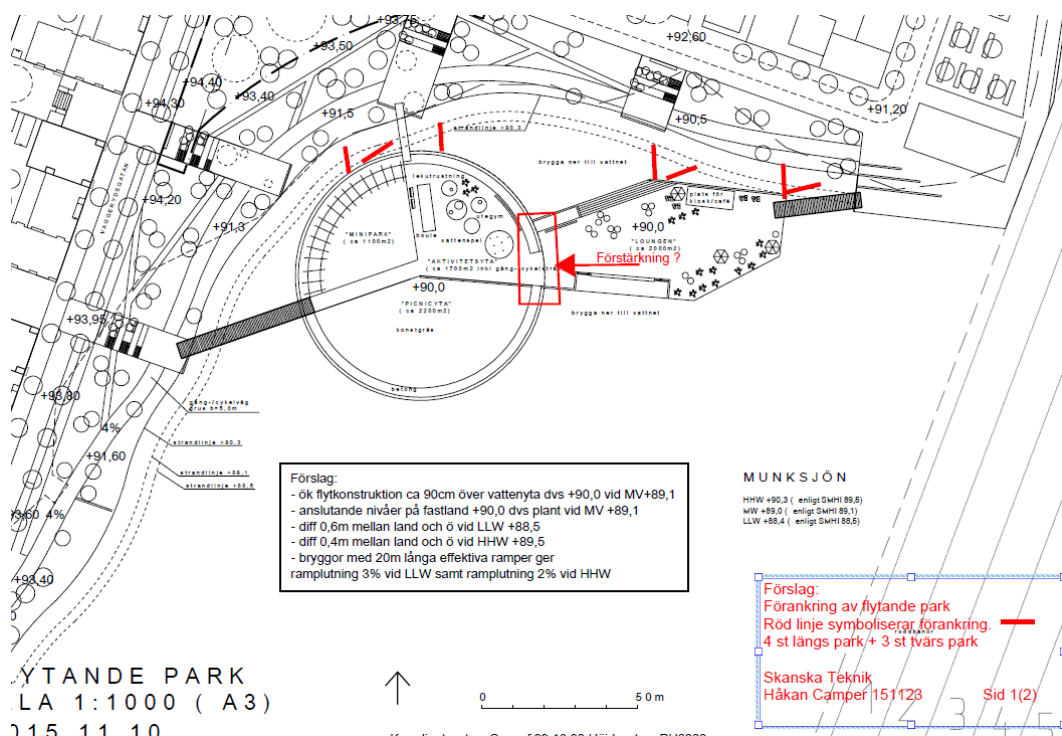
Brant slänt och motstående intressen med intilliggande roddbanor motiverar ett kajalternativ som förstärkningsåtgärd i detta område. Spontkajen bidrar till stabilisering av markområden som avses användas som kvarters- gatu- och parkmark.

En spontkajslösning bedöms även fördelaktig med hänsyn föroreningsituationen i det historiska utfyllnadsområdet, där spridningen till Munksjön inom ett delområde är motiv till efterbehandlingsåtgärd genom föreslagen inneslutning i spont.

Spontkaj anläggs utmed en sträcka om ca 180 meter. Spont slås ned minst till nivån ca +75 (RH2000). Arean i plan som åtgärden berör uppskattas till ca 1 500 m². Merparten av den aktuella ytan utgörs redan idag av befintlig undervattensslänt eller släntfot.

6.3 Flytande park

I bukten utanför området där stabiliserande åtgärder utförs planeras en flytande park som ett nytänkande sätt att etablera vattennära parkområden i stadens gångstråk. Den flytande konstruktionen beräknas få en yta om ca 8 000 m² inklusive parkyta, lounge, bryggor och anslutningar, se skiss i Figur 14. Parken består preliminärt av ca 100 pontonbryggor som sammanfogas på längden och bredden. Pontonbryggorna består av armerad betong som har en kärna av cellplast.



Figur 14. Skiss över förslag till förankring av flytande parkkonstruktion.

7 Preliminär arbetsmetodik

7.1 Allmänt

Nedan beskrivs preliminär arbetsmetodik för förstärkningsåtgärder och flytande konstruktion. Åtgärderna kommer sannolikt att ske parallellt, men nedpressning och utläggning av tryckbank är en förutsättning för släntjustering och erosionsskydd.

7.2 Förstärkningsåtgärder stabilitet

7.2.1 Nedpressning

Nedpressning till fast sand utförs med grov sprängsten med minsta stenstorlek om 600 mm. Nedpressning drivs med ensidig kil (massor pressas österut) och frontschaktning.

7.2.2 Släntjustering och erosionsskydd

Utläggning av massor för justering av slänter och erosionsskydd utförs med grävmaskin med lång sticka från land. Krossmaterialet ska läggas ut på slänten och får ej tippas ut. Arbetena utförs efter att tryckbanken på botten har färdigställts.

Slänter anpassas så att läget för nuvarande strandlinje erhåller en nivå om ca +89,5, dvs högsta medelvattennivå. Mellan nivåerna +90,3 och +88,4 läggs en 1:3-slänt, därefter en

slänt med lutning 1:1,5. I samband med detaljprojekteringen utreds hur andelen grundområden kan optimeras utan att mer bottenyta ianspråk tas. Detta kan ske antingen genom terrassering eller genom att utnyttja områden med mindre branta slänter. I grundområden planeras anläggande av substrat för etablering av vattenväxter. Vid behov påskyndas etableringen genom plantering.

7.2.3 Tryckbank

Sandutläggning

Innan utläggning av krossmaterial (tryckbank) utförs inom vattenområdet behöver bärigheten hos sedimenten förstärkas för att klara belastningen från massorna. Bottenområdet som behöver förstärkas framgår av Bilaga 2 och omfattar en bottenyta nedanför slänten motsvarande ca 7 500 m².

Inledningsvis appliceras ett sandtäck med ca 0,5 m mäktighet på botten, nedanför nuvarande slänt, inom tryckbanksområdet för att öka bärigheten samt begränsa uppgrumling av sedimentpartiklar vid efterföljande utläggning av tryckbanken. Genom den tillförda lasten förväntas en komprimering och stabilisering av det övre lösare sedimentskiktet att ske. Sandlagret utläggs under området för hela tryckbanken samt ytterligare ca 5 m utanför den avsedda tryckbanken.

Sanden kommer att pumpas ut på plats. Sannolikt används ett system bestående av en transporterbar pråm i storleksordningen 50-70 m² utrustad med pumpar för vattenintag samt utpumpning av sandslurry. Pråmen lastas vid kaj och dras med båt ut till åtgärdsområdet. Vatten pumpas in i lastutrymmet via en pump som placeras på utsidan av pråmen för att skapa en suspension bestående av sand och vatten som därefter via pump och kort ledning ombord på pråmen pumpas ut över vattenytan i åtgärdsområdet. För att erhålla en god spridning på sanden erfordras ett speciellt munstycke/diffusor som monteras på utloppsrorets mynning. Munstycket ska bromsa upp vattenstrålen och sprida sand/vattenblandningen i en plym, vilket gör att sanden med låg hastighet kommer att sjunka ner genom vattenmassan och succesivt bygga upp ett skyddande skikt ovan de lösa sedimenten.

Av stor vikt är att sanden sprids jämt över hela området så att punktblastningar på botten undviks.

Alternativ till ovanstående arbetsmetod kan vara att blanda sand och vatten i ett tråg/sump på land eller i vatten intill kaj och därefter via ledning pumpa ut slurryn till åtgärdsområdet. Förslagsvis monteras utloppsdelen av ledningen ombord på en flotte eller båt som styr munstycket så att sanden hamnar på avsedd plats.

Utläggning av krossmaterial

Utläggning av krossmaterial för tryckbanken på en yta om ca 6 500 m² utförs med grävmaskin med lång sticka från pråm eller från flytande bro. Krossmaterialet, ca 16 000 m³ ska läggas ut på det påförda sandlagret och får ej tippas ut. En principsektion visas ovan i Figur 13.

7.2.4 Bakåtförankrad spontkaj

Spont slås utmed en sträcka om ca 180 meter till ett djup om i genomsnitt ca 15 meter (ca +75 m ö h). Inom sponten fylls ca 7 000 m³ krossmaterial. Dragstag förankras i jord eller med hjälp av jordankare.

I det fall schakt erfordras vid installationen av spont ska en anmälan om avhjälpandeåtgärd (upptagande och omhändertagande av troligt förorenade massor) göras. För anmälan och genomförandet tillämpas det övergripande miljökontrollprogram som finns för området.

7.3 Flytande park

Den flytande konstruktionen utgörs av ca 100 prefabricerade pontoner. Sjösättning av pontonerna sker med mobilkran efter att de släntstabiliserande åtgärderna har utförts, lämpligen från området vid den nyanlagda bakåtförankrade spontkajen. Montering sker utmed kajen och i bukten successivt efterhand som pontonerna lyfts i.

I samrådsskedet fanns ett förslag som angav att pontonerna skulle förankras med två betongankare per ponton, dvs totalt ca 200 ankare. Med nuvarande kunskap om bottenförhållanden och de synpunkter på förankringslösningen som framkom under samrådsprocessen har andra förankringslösningar utretts inför föreliggande ansökan.

Det ansökta förslaget om förankring rör nu istället nedgrävning av större betongankare i marken, ovan grundvattenytan. I nuläget har omfattning på förankring bedömts till 4 stag längs parken och 3 stag på tvären, se skiss i Figur 14 ovan. Förankringsstag installeras i dessa för att hålla den flytande konstruktionen i position.

Slutligt val av förankringsmetod sker i detaljprojekteringsskedet. Erhålls inte erforderlig förankringskraft med betongankare ovan grundvattenytan kan det bli aktuellt med enstaka fundament på Munksjöns botten, troligt ovan tryckbank.

8 Tider och kostnader

Momenten utläggning av sand, tryckbank och nedpressning utförs först, släntjustering och erosionsskydd görs sist. Spontkaj utförs företrädesvis allra först, då en lämplig och stabil lastzon därmed anläggs för utlastning av material från udden, dvs skapar ett arbetsområde på avstånd från anlagda bostadshus och verksamhetslokaler.

Genomförandetiden för samtliga stabiliserande åtgärder uppskattas till 6-10 månader, detaljer för varje moment finns i Tabell 2. Kostnaden för i ansökan ingående stabiliserande åtgärder beräknas överslagsmässigt till 20-25 MKr.

Tabell 2. Bedömda tider och kostnader för stabiliserande åtgärder.

Moment (material och arbetskostnad)	Bedömd tidsåtgång
Spontkaj inklusive fyllning	2-3 mån
Sandutläggning	1-2 mån
Tryckbank, krossmaterial	4-6 mån
Släntjustering och erosionsskydd	1 mån
Bedömd kostnad för stabiliserande åtgärder	

Referenser

- Geonova, 2010. Sedimentprovtagning i Munksjön och Rocksjön, 2010-09-20
- Golder, 2014. Riskbedömning Munksjön, Jönköping. Golder Associates AB. 2014-01-30.
- ØPD Subsea AB, 2015. Munksjön, Resultat av sondering i Munksjön 2015-07-02
- Sweco, 2008a. Miljöhistorisk inventering avseende verksamhetslokaler och fastighet på Munksjö Paper AB:s verksamhetsområde söder om Bygatan. Sweco Environment AB, 2008-01-25. Swecos uppdragsnr: 1203319000
- Sweco, 2008b. Munksjö industriområde – södra delen. Geoteknisk undersökning. Rapport och projekteringsunderlag. Sweco VBB. 2008-05-16.
- Sweco, 2013a. Geoteknisk undersökning för punktkälla B1 och B2. Sweco Infrastructure AB, 2013-02-18. Sweco uppdragsnr: 1300778210
- Sweco, 2013 b. Geoteknisk undersökning för etapp 1. Sweco Infrastructure AB, 2013-09-26. Sweco uppdragsnr: 1300778240.
- Vätternvårdsförbundet, 2009. Munksjöns framtid? Rapport 100. Vätternvårdsförbundet.
- Vätternvårdsförbundet, 2011. Reglering av Vättern – historiskt, nutid och framtid. Rapport nr 110. Vätternvårdsförbundet. Augusti 2011.