

# Markföroreningar och förorenade sediment

Detaljplan Beckholmen



**Uppdrag:** Beckholmen – samordning och MKB  
**Uppdragsnummer:** 30025907  
**Kund:** Kungliga Djurgårdsförvaltningen  
**Datum:** 2022-09-11  
**Upprättad av:** Inger Poveda Björklund  
**Dokumentreferens:** p:\21173\30025907\_beckholmen\_-  
\_samordning\_och\_mkb\000\10  
arbetsmtrl\_dok\pm markföroreningar och  
förorenade sediment\rapport markföroreningar  
och sediment 2022-09-11.docx

## Sammanfattning

Föreliggande rapport är en sammanställning av tidigare förhållanden gällande markföroreningar och den utförda saneringen, samt en redovisning av nuvarande sedimentförhållanden runt Beckholmen. Därtill har en bedömning gjorts av eventuella konsekvenser som byggande och drift av planerade byggnader och konstruktioner kan medföra. Rapporten är ett underlag till detaljplanen.

På Beckholmen har industriell verksamhet knuten till sjöfart och handel kontinuerligt bedrivits sedan 1600-talet. År 1633 inrättades ett privat becksjuderi på ön där man kokade tjära till beck. Läget på ön var lämpligt ur säkerhetssynpunkt, då hanteringen av tjära och beck var ett mycket brandfarligt och illaluktande hantverk. Beck användes inom skeppsbyggeri som tätning och impregnering av fartygsskrov. Becksjuderiverksamheten upphörde 1648 och övergick efterhand till kvalitetssortering och lagring av tjära vilket upphörde helt 1894. Varvsverksamheten har bedrivits i större industriell skala sedan tidigt 1800-tal och har med kortare avbrott fortsatt in i våra dagar med olika aktörer, tidvis i samarbete mellan örlogsvarvet och civila varv.

Beckholmen har varit en av landets mest förorenade platser. Föroreningarna medförde hälsorisker för de som vistades på ön och orsakade en kraftig påverkan på Saltsjön. Beckholmen var därmed högt prioriterad i Länsstyrelsens (och Naturvårdsverkets) åtgärdsprogram. En omfattande marksanering utfördes på Beckholmen mellan 2011 och 2014 då ytlagret över hela varvsområdet schaktades ned till Saltsjöns medelvattennivå (-0,40 i RH00), alternativt till berg eller massor med föroreningshalt under gränsvärdena för mindre känslig markanvändning, MKM, (det riktvärde som används för t.ex. industrimark) om det påträffades över medelvattennivån. Efter återfyllning av lades ett tätt ytlager av tvålayersbeläggning av asfalt över hela varvsområdet. För grönområdet togs platsspecifika riktvärden fram och en total urskiftning gjordes av förorenade massor eller schakt till ett djup med hänsyn till rotsystemet. För skyddsvärda träd utfördes vacuumschakt. I flera av de äldre byggnaderna utfördes inomhusmätningar för att göra en bedömning av saneringsbehov. Sanering utfördes under Södra bostadshuset och Stöttbodens norra tillbyggnad.

I samband med sedimentutredningar 2010 och 2012 drogs bl.a. slutsatsen att Beckholmen översiktligt bidrog till 25–30 % av områdets metallföroreningar och minst 40 % av områdets PAH-förorening. Den stora föroreningsmängden berodde inte bara på infiltrerat grundvatten från ön utan även andra transportvägar på eller intill Beckholmen. Exempelvis nämns att spridning kan ske via ytavrinning, erosion eller blåstring. En annan orsak till spridning kan vara omlagring av tidigare sediment till följd av fartygstrafiken av bl.a. kryssningsfartygen som vänder utanför Beckholmen.

Kompletterande sedimentundersökningar utfördes 2022. Analysresultaten sammantaget från samtliga provtagningar att huvuddelen av ytsedimenten runt hela Beckholmen är mycket förorenat av bl.a. kvicksilver, bly, koppar, kadmium och olika PAH:er. Sannolikt finns höga halter av andra miljöfarliga ämnen som inte har analyserats. Vattendjupet runt Beckholmen varierar från 1 till 33 m. Utmed hela östra sidan, där vattendjupet varierar mellan 1,2 och 8,1, finns mäktiga lager av förorenade sediment (ca 1–2 m) nära stranden men mindre mäktiga lager längre ut. Det uppskattade föroreningsdjupet av höga till varierar mellan 0 och 36 cm (klass 3 och högre enligt Naturvårdsverkets och SGU:s klassning). På södra sidan är det brant och stenigt till ca 50 till 100 m från stranden. Det uppskattade föroreningsdjupet varierar mellan 0 och 60 cm. På den västra sidan varierar vattendjupet mellan 12 och 19 m i provtagningspunkterna. Cirka 20 m från stranden där botten planar ut förefaller lösare sediment ha ansamlats. Det uppskattade föroreningsdjupet varierar mellan 1 och 100 cm. Vattendjupet mellan 2,4 och 9,3 m på den norra sidan om ön. Där det planar ut så förefaller det finnas områden med lösare sediment på ca 60 cm djup.

Pålningsarbeten, muddring och återfyllnad på västra sidan är arbeten som kan utgöra en risk för spridning av förorenade sediment. För att undvika föroreningsspridning kommer det exempelvis att behöva användas metod för borring av pålar med genomspolning, muddring behöver undvikas såvida det inte är möjligt att utföras innanför siltgardin. Vid breddning av GV-dockan behöver föroreningssituationen utredas, bergschakt som ska användas för återfyllnad behöver rengöras och det behöver finnas en lämplig hantering av inläckande grundvatten. Inför utfyllnad på västra sidan behöver lämplig metod utredas, rensning eller övertäckning.

Under driftskedet finns risk för en ökning av föroreningsspridning om propellerströmmar från de fartyg och båtar som angör vid Beckholmen når så djupt att sedimenten rörs upp. Detta behöver utredas vidare för att säkerställa att föroreningsspridning inte sker, de gäller både vid kaj och småbåtshamnen.

# Innehållsförteckning

1	Bakgrund .....	5
2	Markanvändning .....	6
2.1	Historik.....	6
2.2	Nuvarande markanvändning .....	6
	Västra sidan av Beckholmen .....	6
	Östra sidan av Beckholmen.....	8
3	Markföroreningar .....	9
3.1	Föroreningskällor och tidigare saneringar .....	9
3.2	Föroreningssituationen innan sanering .....	9
3.2.1	Varvsområdet .....	10
3.2.2	Grönområdet .....	11
3.2.3	Byggnader .....	11
3.3	Påverkan på omgivningen .....	12
3.4	Saneringens omfattning .....	12
3.4.1	Åtgärds mål .....	12
3.4.2	Åtgärder i varvsområdet .....	13
3.4.3	Åtgärder i grönområdet .....	13
3.4.4	Åtgärder för byggnader .....	14
4	Förorenade sediment .....	16
4.1	Bottenförhållanden .....	16
4.2	Sedimentundersökningar 2022 .....	18
	Provtagning.....	18
	Analyser .....	20
4.3	Tidigare sedimentundersökningar och utredningar .....	21
4.4	Sammanvägd bedömning .....	22
	Östra sidan .....	22
	Södra sidan.....	23
	Västra sidan.....	23
	Norra sidan .....	23
5	Risk för förorenings spridning och förslag på skyddsåtgärder .....	24
5.1	Detaljplanen.....	24
5.2	Byggskedet.....	24
5.2.1	Pålning av kajer .....	24
5.2.2	GV-dockan (12 och13) .....	25
5.2.3	Utfyllnad (18) .....	25
5.2.4	Småbåtshamnen (5).....	26
5.2.5	Nya byggnader .....	26
5.3	Driftskedet .....	27
5.3.1	Grumling från båttrafik från kajer.....	27
5.3.2	Grumling från båttrafik till och från småbåtshamnen .....	27
6	Referenser .....	29

## Bilagor:

Bilaga 1	Sedimentutredning Beckholmen 2022. Yoldia Consulting, Version 2022-06-03
----------	--

# 1 Bakgrund

Beckholmen är en ö belägen i Stockholms inlopp till söder om södra Djurgården och som nås landvägen via Beckholmsbron (se Figur 1 **Fel! Hittar inte referenskälla.**). Beckholmen ägs av staten genom Statens Fastighetsverk och Kungens dispositionsrätt förvaltas av Kungliga Djurgårdens Förvaltning.

På Beckholmen har industriell verksamhet knuten till sjöfart och handel kontinuerligt bedrivits sedan 1600-talet. Inledningsvis tillverkades tjära och beck där vilket upphörde helt under 1800-talets början. Vid mitten av 1800-talet anlades två torrdockor, den Östra respektive Västra dockan, för att tillgodose behovet av underhåll för ångbåtsflottan. Den tredje torrdockan, Gustav V:s docka, anlades under perioden då Beckholmen var en del av Ostkustens örlogsbas under åren 1918 – 1969. Idag används dockorna för både varvsverksamhet samt kommersiell och kulturhistorisk verksamhet. Beckholmen omfattas idag inte av någon detaljplan utan endast av områdesbestämmelser från 1989.



Figur 1. Lokalisering av Beckholmen.

Föreliggande rapport är en sammanställning av tidigare förhållanden gällande markföroreningar och den utförda saneringen, samt en redovisning av nuvarande sedimentförhållanden runt Beckholmen. Därtill har en bedömning gjorts av eventuella konsekvenser som byggande och drift av planerade byggnader och konstruktioner kan medföra. Rapporten är ett underlag till detaljplanen (se kapitel 5).

## 2 Markanvändning

### 2.1 Historik

På Beckholmen har industriell verksamhet knuten till sjöfart och handel kontinuerligt bedrivits sedan 1600-talet. År 1633 inrättades ett privat becksjuderi på ön där man kokade tjära till beck. Läget på ön var lämpligt ur säkerhetssynpunkt, då hanteringen av tjära och beck var ett mycket brandfarligt och illaluktande hantverk. Beck användes inom skeppsbyggeri som tätning och impregnering av fartygsskrov. Becksjuderiverksamheten upphörde 1648 och övergick efterhand till kvalitetssortering och lagring av tjära vilket upphörde helt 1894.

Varvsverksamheten har bedrivits i större industriell skala sedan tidigt 1800-tal. Vid mitten av 1800-talet anlades två torrdockor, den Östra respektive Västra dockan, för att tillgodose behovet av underhåll för ångbåtsflottan. Dockorna byggdes ut i olika etapper under 1870–1890-talet och har senare modifierats. Under senare delen av 1800-talet byggdes de flesta av de äldre hus och anläggningar som numera finns på Beckholmen.

Den tredje torrdockan, Gustav V:s docka (GV-dockan), anlades under perioden då Beckholmen var en del av Ostkustens örlogsbas under åren 1918 – 1969. Under denna period skedde stora utfyllnader runt Beckholmen med anledning av att det fanns planer på att utveckla varvsverksamheten. Tre år senare lades marinens verksamhet ned och flyttade till Muskö. Varvsverksamheten har med kortare avbrott fortsatt in i våra dagar med olika aktörer, tidvis i samarbete mellan örlogsvarvet och civila varv.

### 2.2 Nuvarande markanvändning

Förvaltningen av Beckholmen övertogs av Kungliga Djurgårdsförvaltningen 1986. Året efter bildades föreningen "Beckholmens skeppsdockor" med syftet att förvalta den Östra och Västra dockan och erbjuda dockning för främst äldre fartyg. Den kommersiella varvsverksamheten på öns västra sidan startades 1992.

Det är i dag full aktivitet på ön, med ett kommersiellt varv som bland annat underhåller Stockholms unika ångbåtsflotta, ideell renovering av gamla träskutor och sjöbefälsutbildning. Den centrala grönytan utgör tillsammans med en del av den norra stranden de enda delar av Beckholmen som genom tiden förblivit tämligen oförändrade. Resten av ön utgörs alltså av plana utsprängda eller utfyllda ytor som används för olika varvsverksamheter. Den kommersiella varvsverksamheten på ön är en förutsättning för att Stockholms unika ångbåtsflotta ska kunna underhållas och även för att uppfylla behovet av att kunna hantera större haverister från Mälaren och Saltsjön.

#### Västra sidan av Beckholmen

Den kommersiella varvsverksamheten är koncentrerad till västra sidan av Beckholmen (se Figur 2). Befintliga byggnader utgör ersättning för byggnader som revs i samband med marksaneringen. Den röda byggnaden (nr 1) är en tillfällig varvsbyggnad. I mitten på ön har lokalfrågan tillfälligt lösts med tält och containrar (nr 2). De gula modulerna närmast i bild används som tillfälliga bostäder (nr 3). Byggnaden närmast lyftkranen (nr 4) används som varvets miljöstation. I bildens högra sida finns GV-dockan (nr 5) som används för reparationer av medelstora fartyg, främst östersjötrafik. Dockan är för närvarande 183/195 meter lång, 25 meter bred i underkant och 28,5 meter i överkant.

På öns norra sida mot Beckholmssundet finns en pontonbrygga som används för underhålls- och reparationsarbeten av medelstora fartyg (nr 6). Inom varvsområdet ligger också pumphuset GV (nr 1 Figur 3) som används som kontorslokaler.



Figur 2. Byggnader och funktioner på Beckholmens västra sida. 1. Verkstadshall och förråd, 2. Tält och containrar, 3. Personalbodarna, 4. Miljöstation, 5. GV-dockan. 6. Pontonbrygga. Foto: Sweco, 2021.

## Östra sidan av Beckholmen

På Beckholmens östra sida finns ett 20-tal byggnader av olika typ och byggnadsminnesskydd. Byggnaderna är av varierande ålder, den äldsta, Tjärmästarbostaden (6) har grund från slutet av 1600-talet och den senaste, Wasakonserveringen (9), byggdes 1962 för konserveringen av "Vasas" trädetaljer. De flesta av de byggnadsminnesförklarade byggnaderna är grundlagda på berg eller uppförda före eller i inledningen av varvsepoken. Envåningsbyggnaden på nordöstra delen av ön (nr 9) byggdes 1961 vid bärgningen av regalskeppet Vasa. Byggnaderna på östra sidan omfattas av detaljplanen och kommer att vara kvar i nuvarande utformning. De olika byggnaderna visas i Figur 3.



Figur 3. Byggnader och funktioner på Beckholmens östra sida. 1. Pumphus och pannhus, 2. Bostadshus 512, 3. Ateljén, 4. Stenvillan, 5. Hus 505, 6. Tjärmästarbostaden, 7. Smedjan, 8. Klockhuset, 9. Wasakonserveringen, 10. Västra dockan, 11. Östra dockan, 12. Lilla pumphuset, 13. Stöttboden, 14. Radarskolan. Foto: Sweco, 2021.



## 3 Markföroreningar

### 3.1 Föroreningskällor och tidigare saneringar

Beckholmen har varit en av landets mest förorenade platser. Föroreningarna medförde hälsorisker för de som vistades på ön och orsakade en kraftig påverkan på Saltsjön. Beckholmen var därmed högt prioriterad i Länsstyrelsens (och Naturvårdsverkets) åtgärdsprogram.

Föroreningarna kommer huvudsakligen från hantering av trätjära som startade i början av 1600-talet och avslutades först i slutet av 1800-talet, samt från varvsverksamheten som pågått sedan tidigt 1800-tal. I samband med att dockorna byggdes, tippades sprängsten i Saltsjön, och sprängstensfyllning utgjorde en stor del av ön i sydöst och i väster. Sprängstensfyllningens överyta tätades med kraftigt förorenat avfall från verksamheterna. Viss fyllning skedde direkt i Saltsjön, särskilt i den nordöstra delen av Beckholmen, vilket medförde att höga föroreningshalter även fanns på stort djup. Bränder har drabbat ön vid flera tillfällen på 1700- och 1800-talen, vilket har bidragit med asklager innehållandes cancerogena ämnen (PAH).

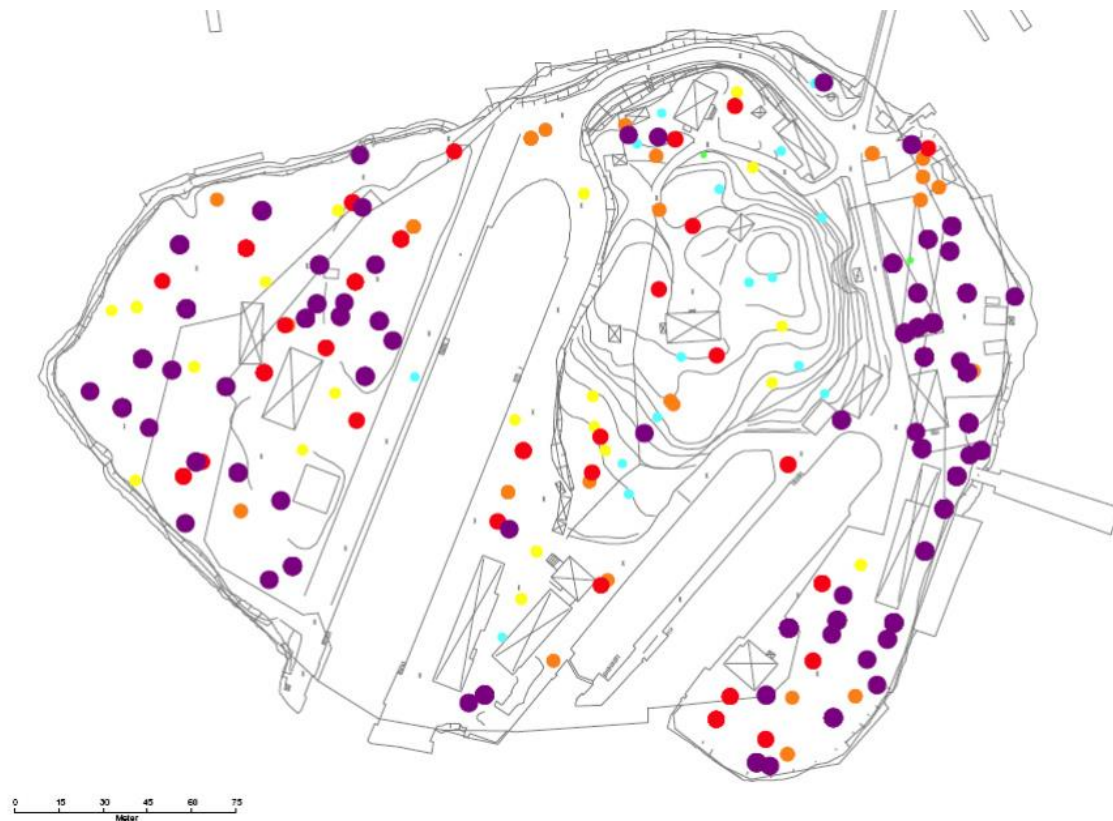
Mindre saneringar har tidigare utförts i två omgångar i den östra delen av Beckholmen. År 2005 åtgärdades kraftigt förorenad ytjord invid Stöttboden samt mellan Smedjan och Klockhuset. I samband med ombyggnad av Wasakonserveringen (2008–2009) utfördes en mindre urschaktning under den nya tillbyggnaden.

### 3.2 Föroreningssituationen innan sanering

Med anledning av Beckholmens långa industriella historia riskklassades ön år 2003 till riskklass 1 (mycket stor risk för påverkan på människors hälsa och miljön enligt MIFO).

Föroreningssituationen på Beckholmen har undersökts i omgångar men inför saneringen togs under 2009 och 2010 totalt 172 prover som med varierat urval analyserades med avseende på metaller, alifater, aromater, PAH och BTEX. I ett urval av prover analyserades också kresoler. I grönytan gjordes provtagning med handhållen skruvprovtagare. Totalt uttogs 48 jordprover från 25 provpunkter som analyserats med avseende på metaller, PAH, alifater och aromater (Sweco Environment AB, 2011)

I Figur 4**Fel! Hittar inte referenskälla.** visas en sammanfattning av föroreningssituationen som utreddes 2009 och 2010. I avsnitten nedan sammanfattas provtagning och föroreningssituationen huvudsakligen redovisad i sammanfattningsrapporten av provtagningar (Sweco Environment AB, 2011).



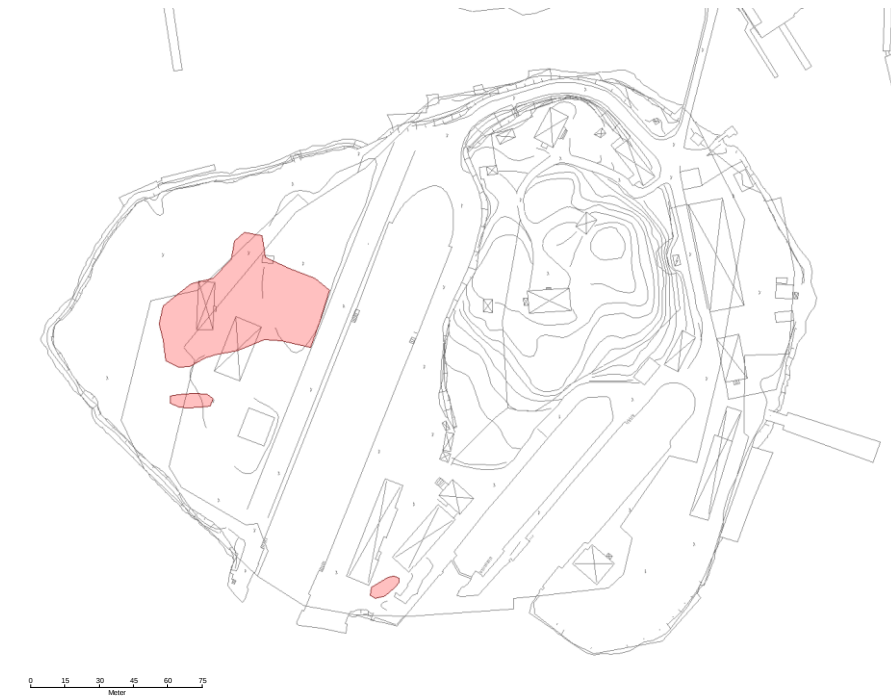
Figur 4. Sammanfattning av föroreningsituation på Beckholmen. Punkter är klassade efter maximal halt av "värsta" ämne. Grön punkt under känslig markanvändning (KM). Blå punkt mellan KM och mindre känslig markanvändning (MKM). Gul punkt mellan MKM och 2 MKM, Orange punkt mellan 2 MKM och 5 MKM. Röd punkt mellan 5 MKM och gräns för farligt avfall enligt RVF, 2002. Lila punkt över gräns för farligt avfall. (Sweco Environment AB, 2011)

### 3.2.1 Varvsområdet

Höga föroreningshalter uppmättes inom hela varvsområdet. Föroreningarna dominerades främst av bly samt PAH, kvicksilver, koppar och zink och uppmättes i halter som medförde hälsorisker för boende, verksamma och besökande på ön.

Metallhalter uppmättes generellt sett i halter i nivå med eller över "farligt avfall" gränsen i jordlager över grundvattenytan, vilket i praktiken motsvarar havsytan. Uppmätta halter under grundvattenytan höll generellt sett lägre halter, men i nordost uppmättes höga halter även under grundvattenytan.

Höga halter av PAH uppmättes i ett område väster om GV-dockan där sprängstensfyllningen var blandad med en stor mängd trätjära. Tjära hittades även i mindre formationer inom varvsområdet (se Figur 5).



Figur 5. Tjärytor på Beckholmen. Därtill finns ett tjärlager under det södra bostadshuset som är den nära kvadratiska byggnaden mellan dockorna, just söder om grönytan (Sweco Environment AB, 2011).

### 3.2.2 Grönområdet

Under våren 2011 utfördes en kompletterande markundersökning inom grönytan i syfte att kartlägga föroreningssituationen. Syftet var att ge detaljerat underlag inför saneringen och ge möjlighet till att bevara så stor del av grönytans värden. Resultatet från provtagningen bekräftade att i stort sett hela grönytan var förorenad. Av ca 700 analyserade jordprov klarade endast ca 25% av proverna (alla djup och material inräknade) framtagna riktvärden. Analysresultaten visade att bly var styrande för föroreningssituationen och höga halter av övriga föroreningar (PAH, koppar, zink, kvicksilver och arsenik) var kopplade till höga blyhalter.

Föroreningarna i den centrala grönytan bedömdes ha två olika ursprung och därmed också två olika karaktärer. Inom delar av grönområdet har kraftigt förorenad fyllning tillförts, med ungefär samma föroreningar som i varvsområdet, det vill säga bly, kvicksilver, koppar, zink och PAH. Inom övriga delar av grönområdet finns en "basförorening", med sannolikt ursprungligt damm från varvsverksamheten eller från varvsområdets förorenade ytor.

### 3.2.3 Byggnader

De flesta av de byggnadsminnesförklarade byggnaderna är grundlagda på berg eller uppförda före eller i inledningen av varvsepoken, varför det antogs att det troligen inte fanns några betydande mängder metaller under dem. Däremot var det osäkert om det fanns kvar tjärrester. Vid det sydligaste bostadshuset fanns synlig trätjära över berget i direkt anslutning till husgrunden. Byggnaden har en gång i tiden använts som kollager.

För de hus som är uppförda under varvsepoken eller på områden med förorenad fyllning bedömdes risken stor för förekomst av föroreningar under grunden. Endast en byggnad (Wasa-konserveringen) undersöktes vilket visade att det fanns mycket höga halter av bly, koppar, zink, PAH, alifater och aromater under byggnaden. Provtagning av porluft visade inga noterbara mängder lättflyktiga föroreningar i luften under plattan. Kviksilver påträffades i underliggande

mark i halter strax över MKM, men provtagning visade inte på förekomst av kvicksilverånga i inomhusluften (Kemakta, 2010).

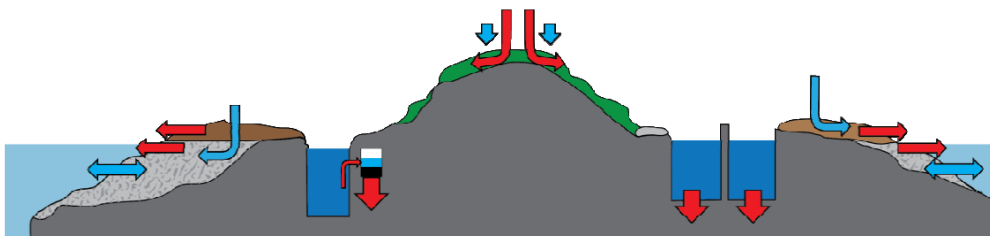
### 3.3 Påverkan på omgivningen

Omgivningspåverkan från de förorenade massorna på Beckholmen har varit begränsad till omgivande vatten och sediment. Beräkningar som genomfördes inför saneringen visade på ett omfattande läckage av bly, koppar, kvicksilver, zink och PAH (Kemakta, 2010). Den mest betydande spridningsvägen bedömdes vara erosion, främst genom att material frigjordes från obelagda ytor och vågerosion. Bedömningen gjordes att Beckholmen innan saneringen stod för minst 25–30% av Saltsjöns metallförorening, och med minst 40% av PAH16. Efter marksaneringen bedömdes ca 75 % av föroreningarna ha tagits bort och spridningen av föroreningar ha minskat med 85 % (Sweco, 2014).

Spridning av föroreningar genom grundvatten bedömdes inte vara betydande. Detta eftersom föroreningshalten i grundvattnet generellt sett var förhållandevis måttliga beroende på föroreningarnas begränsade lakbarhet. Det skedde och sker även i nuläget en omgivningspåverkan genom damning i samband med blästring samt damning från körytor.

Utförda grundvattenmätningar visade att föroreningshalterna i grundvattnet var förhållandevis måttliga i de allra flesta område. Sannolikt beror det på föroreningarnas begränsade lakbarhet. Urlakningen var gränssättande för läckaget och genom den snabba vattenomsättningen erhöles låga halter i grundvattnet. En slutsats av detta var att det framför allt var erosionskänsliga massor ovanför vattenlinjen som orsakade de största utsläppen. En viktig spridningsväg av föroreningar är de vattenrörelser som uppstår när havsnivå stiger och sjunker och som pressats in i sprängstensfyllningen.

I Figur 6 **Fel! Hittar inte referenskälla.** visas en schematisk bild över spridningsvägar.



Figur 6. Schematisk beskrivning av spridningsvägar för föroreningar från Beckholmen. Blå pilor transport med vatten, röda pilor erosion samt utsläpp av blästeravfall (Kemakta, 2010).

### 3.4 Saneringens omfattning

#### 3.4.1 Åtgärds mål

En omfattande marksanering utfördes på Beckholmen mellan 2011 och 2014. De övergripande åtgärds målen var följande (Iterio, 2015):

- Markföroreningar ska inte leda till förhöjda hälsorisker för varvsarbetare, boende och tillfälliga besökare;
- Höga krav på skydd av miljön gäller parkområden i framförallt den centrala delen av ön;
- Krav på att miljöskydd för övriga delar av ön anpassas till dess karaktär och den verksamhet som fastslås i detaljplan;

- Beckholmen ska inte vara någon väsentlig källa för spridning av föroreningar till Saltsjön relativt andra åtgärdbara källor i närområdet såsom dagvatten, avloppsreningsverk och andra förorenade områden.

Olika åtgärdsalternativ utreddes med avseende på teknisk genomförbarhet, ekonomisk rimlighet och om åtgärden skulle bidra till att uppfylla uppställda mål. Den två åtgärdernas om valdes var 1) urschaktning av förorenade massor för efterbehandling på annan plats och, 2) anläggning av tätande kajkonstruktioner runt större delen av Beckholmen.

I avsnitten nedan sammanfattas omfattningen av åtgärder som redovisas i slutrapporten (Iterio, 2015).

### 3.4.2 Åtgärder i varvsområdet

Vid sanering schaktades ytlaget över hela varvsområdet ned till Saltsjöns medelvattennivå (-0,40 i RH00), alternativt till berg eller massor med föroreningshalt under gränsvärdena för mindre känslig markanvändning, MKM, (det riktvärde som används för t.ex. industrimark) om det påträffades över medelvattennivån. Uppschaktat material sorterades på så sätt att det mer förorenade finmaterialet transporterades till deponi, och sprängsten återanvändes (om möjligt) till återfyllning.

Schakt av trätjära utfördes även under grundvattenytan som annars undveks på grund av spridningsrisken till Saltsjön. Vid behov högröskvättades bergytan för att få bort tjära. Inom den nordöstra delen av ön, där höga föroreningshalter påträffades även på större djup, var det möjligt att slå spont runt arbetsområdet. Det möjliggjorde schakt under vattenytan utan risk för oacceptabel förorenings-spridning.

Återfyllnaden inom hela varvsområdet har skett med rena bergmassor i återfyllningen på större djup och rena bergmassor i kombination med krossade bergmassor i överbyggnaden (Iterio, 2015). I första hand återanvändes grovmaterial på större djup än 1 meter under markytan. För återfyllnadsmassorna i de översta marklagren gällde ett krav på MKM-nivå. I den delen av området som allmänheten har tillträde till sattes kravet till känslig markanvändning (KM).

Ett tätt ytlager av tvålayersbeläggning av asfalt lades över hela varvsområdet med syftet att minska erosion och damning. Ett dagvattensystem byggdes ut och utformades med filter för rening i dagvattenbrunnarna.

### 3.4.3 Åtgärder i grönområdet

Ett särskilt åtgärdsprogram togs fram för grönområdet med syfte att kunna bevara skyddsvärd vegetation. Tillämpning av generella riktvärden skulle ha inneburit en fullständig avschaktning av området, vilket bedömdes som oacceptabelt med hänsyn till bl.a. större ädellövträd och öns byggnadsminnesklassning.

Platsspecifika riktvärden för grönområdet togs fram enligt Naturvårdsverkets riktvärdesmodell (Kemakta, 2010) som baseras på humantoxikologiska risker. Två olika värden föreslogs; ett lägre riktvärde för ytor i direkt anslutning till bostadsbyggnaderna och ett högre riktvärde i övriga delar av grönområdet.

Enligt redovisat i slutrapporten (Iterio, 2015) gjordes en total urskiftning inom grönytan av förorenade massor eller schakt till ett djup med hänsyn till rotsystemet. För de skyddsvärda träden där det fanns behov av att skydda och hålla rotsystemen fuktiga utfördes vakuumschakt. Där föroreningshalterna var höga behövde träd tas bort. I några fall användes en metod då större rötter sönderdelades och sedan sögs upp. Eftersom inte all jord kunde tas bort lades ett geonät av plast på kvarvarande jord som sedan täcktes av ett tjockare lager lättare fyllning bestående av ren jord och ett lager träflis.

Vacuumschakt användes även i branta slänter samt i bergskrevor där en grävmaskin inte kunde komma åt.

I Tabell 1 redovisas samtliga riktvärden som användes i grönområdet.

Tabell 1. Platsspecifika riktvärden för mark inom Grönytan. Halter anges i mg/kg torrsubstans (TS). (Iterio, 2015)

Ämne	Intill byggnad* (mg/kg TS)	Övriga områden inom centrala grönytan** (mg/kg TS)	I vissa värdefulla ytor (mg/kg TS)	Kring rotsystem vid aktuella träd (mg/kg TS)
Arsenik	10	10	10	25
Bly	80	150	400	1000
Kadmium	5	8	8	8
Koppar	2500	2500	2500	2500
Kvicksilver	5	10	10	10
Zink	2500	2500	2500	2500
Barium	1200	2000	2000	2000
PAH L	500	500	500	500
PAH M	100	150	150	150
PAH H	3,5	5	5	25
Alifater >C16-C35	2500	2500	2500	2500
Aromater >C10-C16	500	500	500	500

\*KM baserat, ej grundvattenskydd, ej intag växter, ej intag grundvattenskydd. Hälsoriskbaserade.

\*\*KM baserat, ej grundvattenskydd, ej intag växter, ej intag grundvatten, inga ångor inomhus, minskade exponeringstider. Hälsoriskbaserade.

### 3.4.4 Åtgärder för byggnader

Med hjälp av en särskild specialistgrupp och baserat på inomhusmätningar föreslogs rekommendationer för byggnaderna.

Inomhusmiljön bedömdes vara acceptabel för *Wasakonserveringen* trots höga föroreningshalter i underliggande mark. Mätningar utfördes i *Radarskolan* på samma sätt som för *Wasakonserveringen*. Schakt under byggnaden bedömdes inte vara praktiskt eller ekonomiskt möjligt.

*Södra bostadshuset* (hus 512), som är ett fd kollager, kunde åtgärdas med byggnadstekniska åtgärder eftersom det inte är byggnadsminnesmärkt. Sanering utfördes under huset och det förstärktes med armering och betonggjutning.

Eftersom större delen av *Pannhuset* ligger på utfyllt förorenat material kontrollerades inomhusmiljön. Inga åtgärder utfördes.

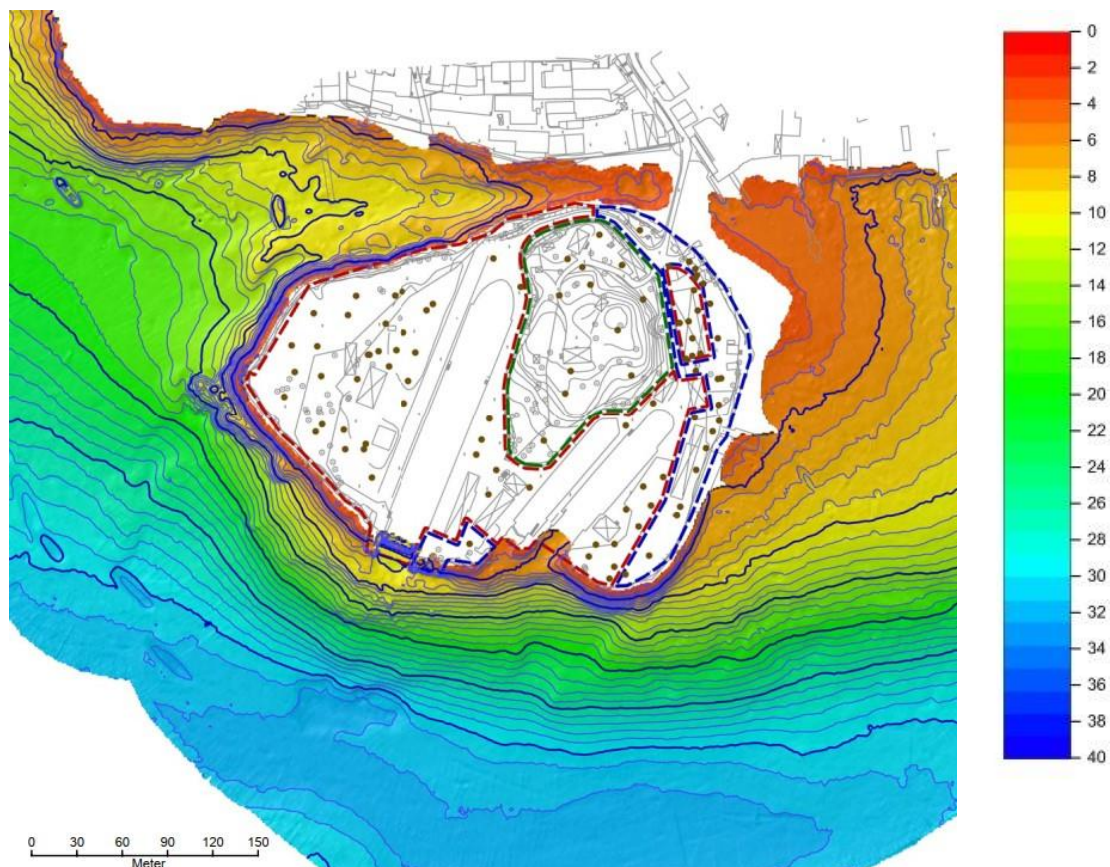
*Stöttbodens norra tillbyggnad* låg i direkt anslutning till deponin och revs inför saneringen med Riksantikvarieämbetets godkännande eftersom den ingick i byggnadsminnesklassningen. Marken under byggnaden grävdes ur.

*Diverse lättare byggnader på östra och centrala delen demonterades och flyttades tillfälligt. Några av byggnaderna har en klassning hos Stadsmuseet som behövde kontaktas. Alla byggnader väster om GV-dockan revs eller flyttades.*

## 4 Förorenade sediment

### 4.1 Bottenförhållanden

Inför saneringen av Beckholmen gjordes en mätning av området på ett avstånd upp till 200 m runt ön. Mätningen visade att djupen varierar från 1 till 33 m (Figur 7).



Figur 7. Djupförhållanden (Marin Mätteknik, 2009). Tjock konturlinje – intervall 5 m. Tunn konturlinje – intervall 1 m.

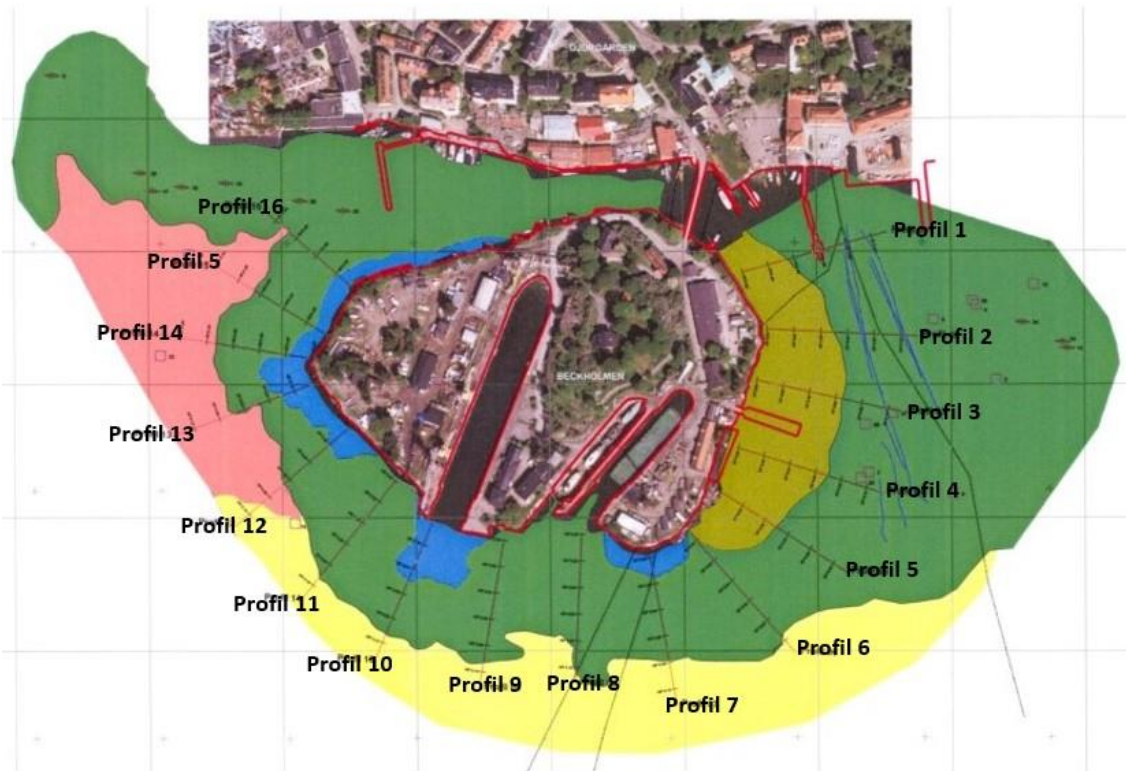
Det gjordes också en undersökning av bottenförhållanden med hjälp av penetrerande ekolod i 16 uppmätta linjer (Figur 8) som redovisas i profilkartor.

Sammanfattningsvis visade undersökningarna att öns norra, södra och västra sida omgavs av ett ytskikt bestående av sand och grus. På östra sidan (profil 1–5) av ön täcktes ett stort område nära strandkanten av vegetation, vilket gjorde att det inte var möjligt att tolka underliggande ytsediment. Längre ut hittades sandig lera med sand och grus på ytan. Bottendjupet var grunt inom profilområdet. I profil 1 till 3 varierade djupet mellan 2,5 m till 7 m men är något djupare i profil 5 och 6 (se profil 1 och 2 i Figur 9).

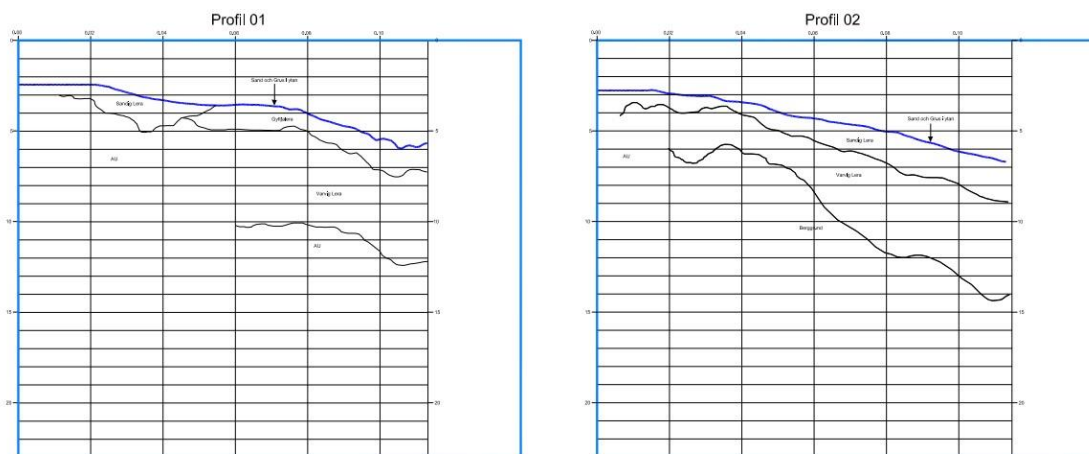
Profilerna för södra sidan visar att området sluttar brant från land ner mot Saltsjön (Figur 7). Intill den södra kanten finns tydliga områden av sprängsten i stora ansamlingar (profil 7, 12, 13 och 14) (Figur 8). Utanför ytskiktet av sand och grus utgörs områdets södra del i huvudsak av gyttjelera som övergår till siltig lera i de sydvästra delarna (Figur 8). I Figur 10 visas profil 11 och 12.

Vid den nordvästra sidan sluttar botten brant, men är grundare än området på den södra sidan (se profil 15 och 16 i Figur 11).

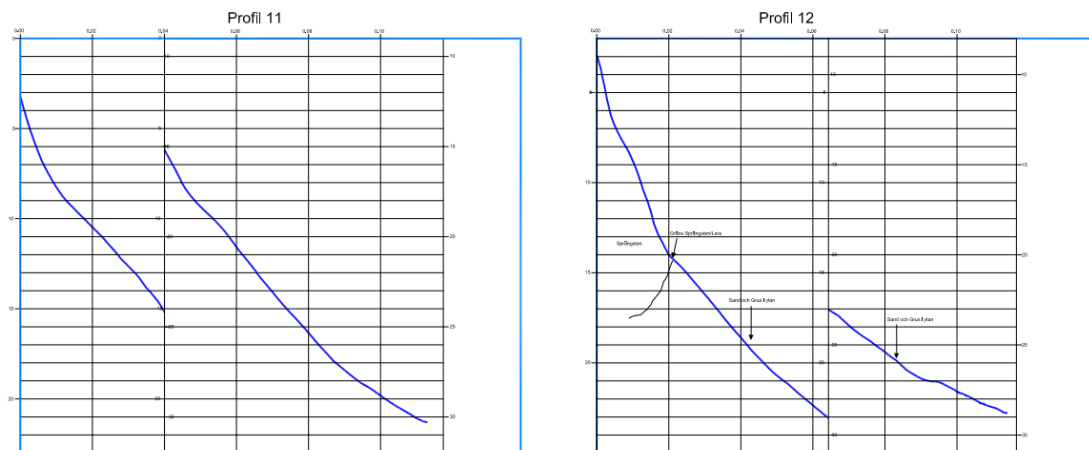




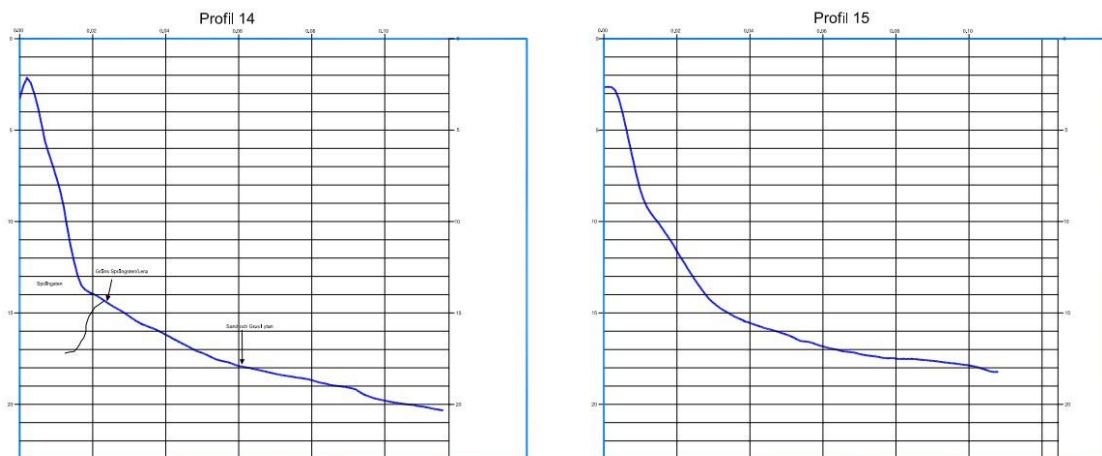
Figur 8. Uppmätta linjer av penetrerande ekolod (Marin Mätteknik, 2009). Blått – sprängsten, grönt – grus och sand i ytan, ljusröd – siltig lera, gul – lera, mörkgrönt – vattenvegetation (alger och kärlväxter) (Sweco, 2011).



Figur 9. Profil 1 och 2 (Marin Mätteknik, 2009).



Figur 10. Profil 11 och 12 (Marin Mätteknik, 2009).

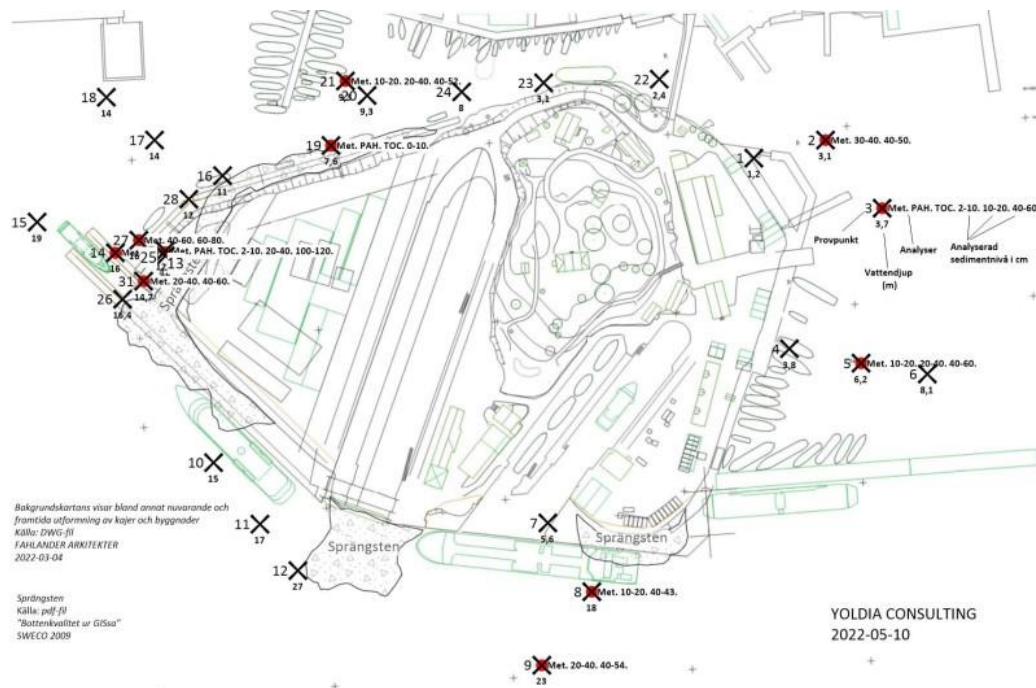


Figur 11. Profil 14 och 15 (Marin Mätteknik, 2009).

## 4.2 Sedimentundersökningar 2022

### Provtagning

Under mars 2022 utfördes sedimentprovtagning i 29 provpunkter runt Beckholmen (se Figur 12). Provtagningen utfördes av Yoldia Consulting från båten Origomed med dels en rörprovtagare, dels en kolprovtagare, beroende på vattendjup och bottenens beskaffenhet. Vid något tillfälle togs också prover med en liten skopa.



Figur 12. Provtagningspunkter (Yoldia Consulting, 2022). De rödmarkerade visar vilka sedimentprov som analyserats. Varje provpunkt har beskrivits i ett fältprotokoll (se Tabell 2).

Tabell 2. Fältprotokoll (Yoldia Consulting, 2022).

Provpunkt. Fet text= kemisk analys	Vatten- djup (m)	Kommentar. Enheter är i centimeter sediment.
1	1,2	0-20 sand/grus/sten/trädbitar/org brunsvart. 20-46 gyttjeler gråbrun. 30-40 inslag av hår. Foto.
2	3,1	0-36 sand/gyttjeler svartgrå. 36-96 gyttjeler gråbrun. Foto.
3	3,7	0-10 grus/org brunsvart. 10-30 sand gyttjeler gulbrun. 30-135 gyttjeler grå med svarta stråk. (115-135 mera svarta stråk). Foto.
4	3,8	0-10 sten/grus/org svart. Hård botten ev muddrat.
5	6,2	0-3 grus/gyttjeler gråbrun. 3-25 gyttjeler gråbrun. 25-67 gyttjeler gråbrun (hårdare). (25-67 svarta stråk) Foto.
6	8,1	0-30-Sten/grus/sand/gyttjeler svart. Foto.
7	5,6	Ej prov. Brant och stenig botten.
8	18,0	0-2 org brunt. 2-30 org svart. 30-43 org brunt grå. Gas och lukt av olja.
9	23,0	0-2 org brunt. 2-40 org svart. 40-54 org gråsvart. Lukt av "olja".
10	15,0	Ej prov. Brant och stenig botten.
11	17,0	0-2 org/sten/grus brunt. 2-10 org/sten/grus svart. Kajakprovtagare 0-2, 2-10. Prov även taget med skopa 100x100 cm 0-6.
12	27,0	0-2 org brunt. 2-40 org svart. 40-56 org brunt grå. Gas lukt av olja.
13	12,0	0-3 org/grus brunt. 3-31 org svartgrå "gyttjeler" (3-10 ngt grus). 31-112 org/lera grå "gyttjeler". (80-112 kolbitar), "Oljelukt" gasbubblor. Foto
14	16,0	0-2 org/sand brunt. 2-22 org svart/grå. 22-42 org gråsvart. 42-50 org svartgrå. 50-53 gråsvart. 53-67 "gyttjeler" grå. "Oljelukt" gasbubblor. Foto.
15	19,0	0-2 org brunt. 2-58 org svartbrunt. 58-60 org brunsvart ngt "gyttjeler".
16	11,0	0-4 sand/grus brunt. 4-60 org svart. "Oljelukt" gasbubblor. 60- ev sand. Foto.
17	14,0	0-5 sand/org/kol brunt. 5-15 "gyttjeler" gråsvart. 15-32 "gyttjeler" svartgrå. 32-42 gyttjeler gråsvart. 40- ev grus/kol. Mkt gas och oljelukt. Foto.
18	14,0	0-5 org ljusbrunt. 5-44 "gyttjeler" svartbrun. 44- ev grus/kol. "Oljelukt" gas.
19	7,6	0-10 sand/grus/org svart löst. "kraftig "bränsledoft".
20	9,3	0-5 org/ev sand/kolbitar brunsvart. 5-55 org svartbrun gyttjeler. 55-60 lera gråbrun. "oljelukt" gas.
21	9,3	0-2 org brunt. 2-13 org/kolbitar "gyttjeler" svartbrun. 13-25 org gyttjeler. 25-52 lera grå. "oljelukt" gas.
22	2,4	0-10 org ljusbrunt. 10-30 lera gråbrun. 30-50 lera grå. Foto.
23	3,1	Sten/block
24	8,0	0-2 ej med. 2-70 org/ngt kolbitar svart. (10-40 mkt kol. 40-70 mkt gas). Heterogen botten block/sten/sediment.
25	12,6	0-2 Org "gyttjeler" brunt. 2-92 org "gyttjeler" svart. 92-120 lera grå inslag av svart. 120- hårt ev grus. 10-30 kolbitar. 0-20 mkt löst. Gas och lukt av olja. Foto.
26	16,4	0-1 org/grus brunt. 1-130 lera grå. Foto
27	16,1	0-2 org/grus brunt. 2-40 org svart. 40-60 org "gyttjeler". 60-110 gyttjeler brunsvart. Gas. Foto.
28	12	0-2 org/grus brunt. 2-20 org/kol svart. 20-100 org "gyttjeler". 100- lera grå. 90-100 hår och "näver". Gas och oljelukt. Foto.
31	14,7	0-2 org/grus brunt. 2-10 org "gyttjeler" svart löst. 10-30 org "gyttjeler" svart. 30-180 lera grå svarta stråk. 180- ev lera. Gas. Foto.

## Analys

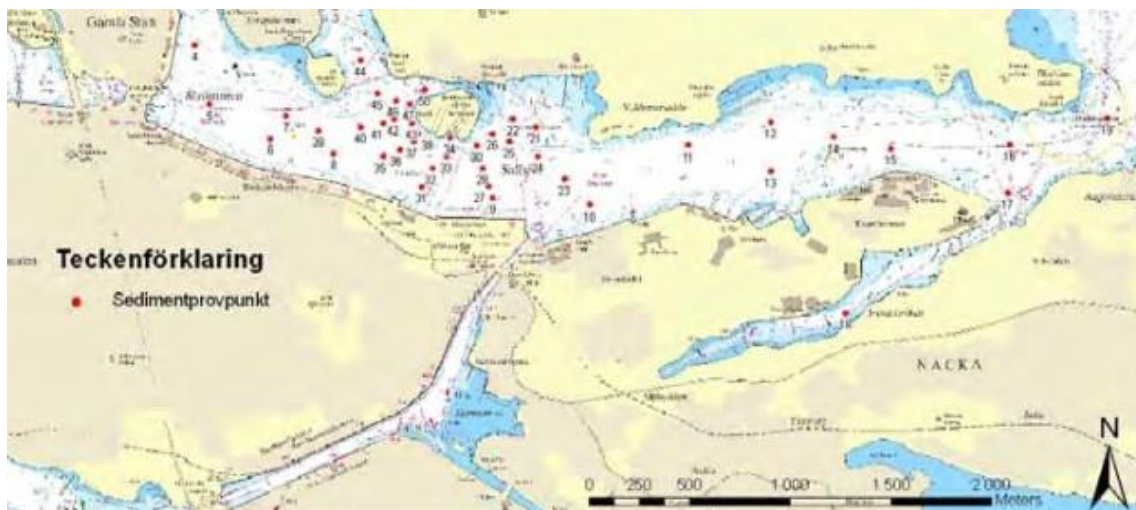
Sedimentprover från 11 provpunkter på olika nivåer togs ut för analys (röda prickar i Figur 12). Sedimenten analyserades med avseende på metaller och PAHer samt TOC.

Analysresultaten har för vissa ämnen klassificerats i klasserna 1-5+++ enligt Naturvårdsverkets rapport 4914 (Naturvårdsverket, 1999) och SGUs rapport 2017:12 (SGU, 2017) samt en utökning av klass 5 (se Bilaga 1). Sammanställning av klassificerade analysresultat har gjorts av Yoldia Consulting och redovisas i Bilaga 1. I rapporten redovisas också kartor med klassningar av kvicksilver och fenantren (PAH).

En klassificering innebär en bedömning av om halterna är låga eller höga i förhållande till övriga prover men säger ingenting om föroreningarna ger negativa effekter i miljön. Klass 1 innebär låga halter och klass 5 innebär mycket höga halter. En bedömning mot effektbaserade riktvärden enligt Havs- och vattenmyndigheten görs i rapport Påverkan på Kemiska kvalitetsfaktorer (Sweco, 2022) .

### 4.3 Tidigare sedimentundersökningar och utredningar

Området runt Beckholmen har tidigare utretts 2010 till 2012. En omfattande sedimentutredning utfördes 2010 då 49 sedimentprovtagningar togs och 37 prover analyserades från ackumulationsbottnar runt Beckholmen och som referenspunkter i Mälaren, Djurgårdsbrunnsviken, Nybroviken och Värtan. Analyser har huvudsakligen utförts på de översta sedimentlagren för att kunna bedöma dagens sedimentering i Saltsjön och de föroreningar som i dag tillförs från Beckholmen ( JP Sedimentkonsult HB, 2010). Provpunkterna visas i Figur 13. År 2012 utfördes ett antal provtagningar på Beckholmens östra strand.



Figur 13. Sedimentprovpunkter från 2010 och tidigare ( JP Sedimentkonsult HB, 2010).

Jämfört med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Kust och Hav (Rapport 4914) visade analyserna att kadmium, koppar, kvicksilver, bly och zink samt krom hade stor (klass 4) eller mycket stor (klass 5) avvikelse från referensförhållandena i samtliga provpunkter som analyserades. Analysresultaten visade också mycket tydliga halvförhöjningar in emot Beckholmen ut till 0,5 till 1 km från Beckholmen där halterna planade ut och nådde lokala bakgrundsnivåer ( JP Sedimentkonsult HB, 2010). Analysresultaten är sammanställda i Bilaga 1.

Slutsatsen av utredningen var att Beckholmen är en utsläppskälla för PAH eftersom det inte finns några andra större utsläppskällor i närheten. Denna slutsats stärktes i en receptormodellering som utfördes av IVL 2010.

Vidare drogs slutsatsen att Beckholmen översiktligt bidrog till 25–30 % av områdets metallföroreningar och minst 40 % av områdets PAH-förorening. Med dessa resultat som grund gjordes bedömningen att Beckholmen skulle kunna svara för uppåt hälften av kvicksilvret i Stockholms innerskärgård.

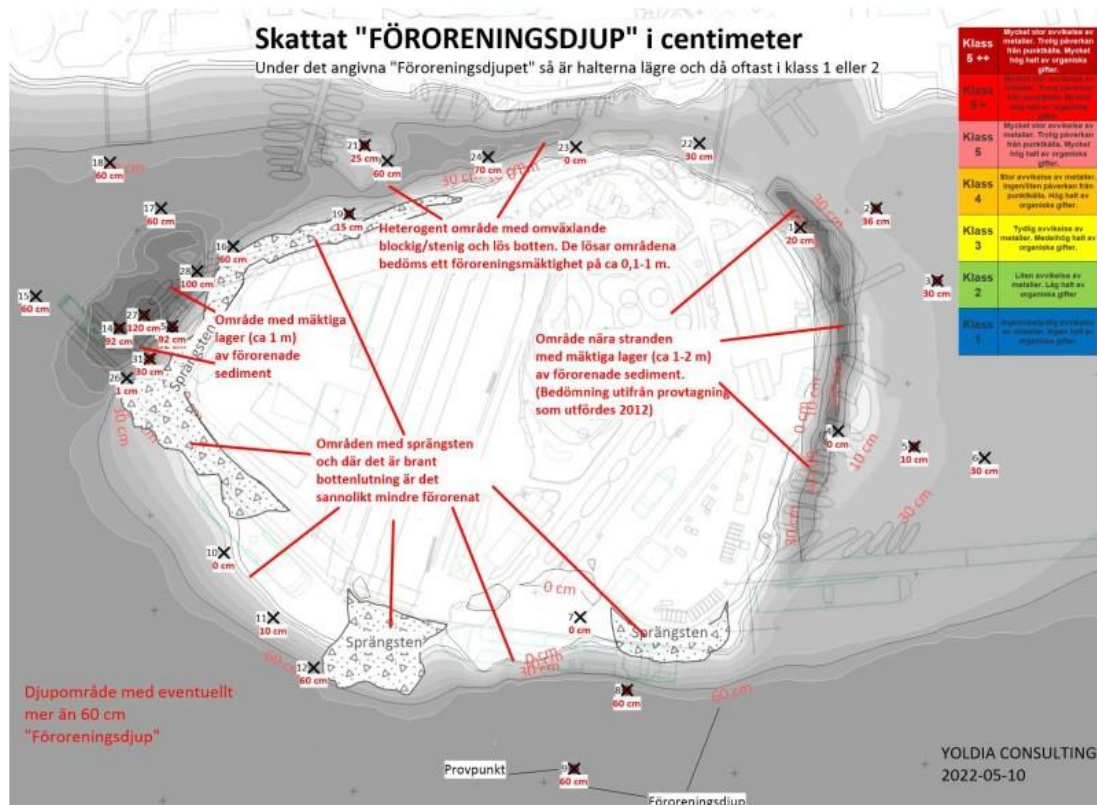
Eftersom den beräknade föroreningsmängden är så stor drogs slutsatsen att den inte enbart kunde förklaras av transport med infiltrerat grundvatten från Beckholmen, utan att det även måste finnas andra transportvägar - eller möjligen andra källor på eller intill Beckholmen. Spridningsvägar kan ske via ytavrinning, erosion eller blästring. En annan orsak till spridning kan vara genom omlagring av tidigare sediment till följd av fartygstrafiken då både Vikinglinjens

fartyg och kryssningsfartygen som lägger till i Masthamnen vänder just utanför Beckholmen och säkerligen orsakar erosion.

Därutöver drogs slutsatsen att sedimentationen var hög, en dryg centimeter per år på ackumulationsbottenarna, samt att strömförhållandena runt Beckholmen är komplicerade och innebär att spridning av föroreningar sker tämligen likartat i alla riktningar.

#### 4.4 Sammanvägd bedömning

En sammanvägd bedömning av föroreningsförhållandena illustreras i Figur 14 där föroreningsdjupet för sediment med halter motsvarande klass 3 och högre redovisas. Längre ned redovisas botten- och föroreningsförhållandena mer i detalj för Beckholmens sidor.



Figur 14. Skattat föroreningsdjup (Yoldia, 2022).

#### Östra sidan

På östra sidan har provtagningar gjorts i sex punkter (1 - 6) varav punkt 2, 3 och 5 har analyserats. Vid dessa punkter varierar vattendjupet mellan 1,2 och 8,1 m. Utmed hela östra sidan finns mäktiga lager av förorenade sediment (ca 1–2 m) nära stranden men mindre mäktiga lager längre ut, 10–40 cm i provtagningspunkterna 2 och 3. Från fältprotokollet framgår att det finns sand och/eller grus samt organiskt material i de översta lagren i punkt 1 till 3 (0–10 eller 0–20 cm) som övergår till gyttjelera i de djupare lagren (ned till 46 cm i punkt 1, till 96 cm i punkt 2 och till 135 cm i punkt 3). Punkt 4 består av hård botten medan det i punkt 5 och 6 finns gyttjelera förutom i ytskiktet.

Stor avvikelse i föroreningshalt av metallen vanadin i samtliga analyserade punkter. Flera metaller hade mycket stora avvikelser i punkt 3 av flera olika metaller på djupet 2–20 cm. I

samma punkt påvisades mycket höga halter av PAHer. Det uppskattade föroreningsdjupet varierar mellan 0 och 36 cm.

### Södra sidan

På södra sidan har provtagningar gjorts i sex punkter (punkt 7–12) varav punkt 8 och 9 analyserades med avseende på metaller. Vid dessa punkter varierar vattendjupet mellan 5,6 och 27 m. Denna sida är brant och stenig till ca 50 till 100 m ut från stranden. Botten vid provpunkt 7 var brant stenig. De två andra provpunkterna vid den sydöstra sidan (punkt 8 och 9) visade på organiska bruna och svarta sediment med lukt av olja ned till ca 50 cm djup. Det indikerar att sedimentmäktigheten kan vara 60 cm eller mer.

På den sydvästra sidan var botten vid provpunkt 10 också brant och stenig. Botten vid provpunkt 11 var också ganska stening med inslag av organiskt svart sediment medan de tredje provpunkten visade på en botten med organiska bruna sediment som luktade olja.

Analyserna visar att halterna av flera metaller har mycket stor avvikelse. Det uppskattade föroreningsdjupet varierar mellan 0 och 60 cm.

### Västra sidan

På den södra sidan har provtagningar gjorts i tio punkter (punkt 13–18, 25–27, 31) varav analyser gjordes av punkt 14, 25, 27 och 31. Vid dessa punkter varierar vattendjupet mellan 12 och 19 m. Stranden är brant, stenig och har en hel del sprängsten. Cirka 20 m från stranden där botten planar ut förefaller lösare sediment ha ansamlats. Gytjelera och oljelukt sedimentens mäktighet är som djupast vid punkt 31 (180 cm). Sedimenten är där gasbildande och har "oljelukt". Föroreningsdjupet bedömdes vara mellan 90–120 cm.

Analyserna för punkt 14 och punkt 25 till 40 cm djup visade mycket stora avvikelser för flera metaller och mycket höga halter PAHer. I punkt 25 djupare än en meter fanns inga avvikelser eller höga halter. I punkt 27 och 31 analyserade endast metaller som visade mycket höga halter av några metaller. Det uppskattade föroreningsdjupet varierar mellan 1 och 100 cm.

### Norra sidan

På den norra sidan har provtagningar gjorts i sex punkter (punkt 19–24) varav analyser gjordes av punkt 19 och 21. Vid dessa punkter varierar vattendjupet mellan 2,4 och 9,3 m. Närmast stranden är botten brant och stenig för att sedan plana ut. Där det planar ut så förefaller det finnas områden med lösare sediment på ca 60 cm som ibland är gasbildande och har oljelukt (tex provpunkterna 19 och 21). Det kan också finnas mäktigare lager i området.

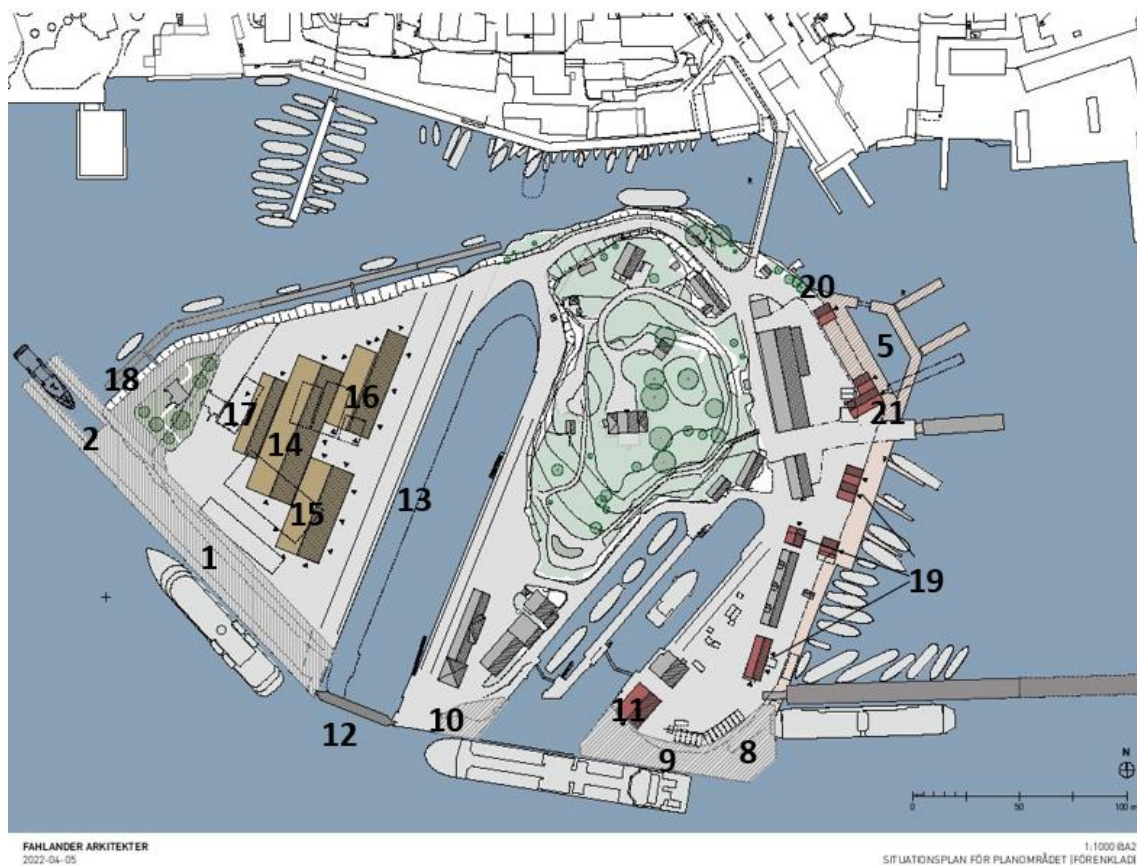
Analyserna för punkt 19 visade mycket stora avvikelser för flera metaller och mycket höga halter PAHer. I punkt 21 analyserades endast metaller varav några visade mycket höga halter ned till 20 cm. Det uppskattade föroreningsdjupet varierar mellan 0 och 70 cm.

## 5 Risk för förorenings-spridning och förslag på skyddsåtgärder

### 5.1 Detaljplanen

I Figur 15 visas förslag på detaljplan Beckholmen.

Nedan beskrivs översiktligt teknisk utformning och de nya konstruktioner och byggnader som planeras på Beckholmen och som ingår i detaljplanen.



Figur 15. Översiktsritning av detaljplanen. Ny kaj med shiflift (1, 2), småbåtshamn (5), nya kajer (8, 9, 10), Gustav V dockan (12, 13, 18), nya varvshallar, verkstadshallar, förråd och återvinningscentral (14, 15, 16, 17) och nya byggnader på östra sidan (11, 19–21).

### 5.2 Byggskedet

#### 5.2.1 Pålning av kajer

På Beckholmens sydvästra del planeras en ca 200 meter lång och ca 15 meter bred kajkonstruktion (1). Vid kajens västra ände anläggs en shiflift (2) för att kunna lyfta upp de modernare skärgårdsfartygen och arbeta med dem på land. Invid befintlig pontonbrygga anläggs en ny ramp (8) som utförs som ett pålat betongdäck till den befintliga pontonbryggan och direkt söder om denna. De rasade kajerna på södra sidan (9 och 10) kommer att repareras



och återuppbyggas. Utrasade massor schaktas upp och huggna stenar tas tillvara. Samtliga kajkonstruktionen kommer att grundläggas genom pålning.

Grumling undviks vid borring av pålar då de jordmassor som borrar igenom spolats upp genom pålen. Dessa massor leds via ett avledarhus till en försluten container som förslagsvis ställs på en pråm. För att minimera mängden jordmaterial som spolats upp används en borrhänsa som endast spolat upp material i samma mängd som påldimensionen.

Det kan eventuellt finnas behov av muddring närmast land för och anlägga en stödmur för att skapa tillräckligt bottendjup för shipliftens ramp. Ett sätt att undvika grumling är att utföra muddring med miljöskopa. Enligt tillgängliga uppgifter består botten av sprängsten på denna plats (se Figur 8) och har brant bottenlutning. Området är av den orsaken sannolikt mindre förorenat än på andra platser men det behöver säkerställas att det inte finns risk för förorenings-spridning under arbetet. I den närmast analyserade provtagningspunkten (31) finns mycket stor avvikelse av krom och kvicksilver samt stor avvikelse av koppar, bly och vanadin.

Åtgärder som kan vara relevanta att vidta är exempelvis:

- Använda metod för borring av pålar med genomspolning.
- Undvika muddring. Om det inte är möjligt behöver möjligheten att använda siltgardin undersökas.
- Ta fram ett kontrollprogram för grumlande arbeten.

### 5.2.2 GV-dockan (12 och13)

Gustav V-dockan förslås breddas med ca 10 meter till 38 meter överkant och 35 meter underkant samt förlängs norrut med ca 10 meter.

Västra väggen på dockan flyttas ca 10 meter utåt genom demontering av befintlig stenskoning (en rad huggen sten), sprängning, betonggjutning och återmontering av huggen sten – utförande lika befintlig docksida. I den yttersta (södra) delen kan det bli något högre betongvägg än i dag, då bergets överyta faller undan, medan berget ligger nära markytan längs hela sidan i övrigt och betongväggen med dagens sprängningsmetoder t.o.m. bör kunna bli något lägre.

Arbeten sker i torrhet innanför en fångdamm. Det finns risk för att inläckande vatten och sediment innehåller föroreningar eftersom schakt görs under Saltsjöns normalvattennivå. Inför breddningen behöver föroreningsförhållanden därför utredas för området som ska schaktas bort och ligga till grund för de åtgärder som vidtas under anläggningskedet.

Åtgärder som kan vara relevanta att vidta är exempelvis:

- Omhändertagande av massor som överstiger MKM genom transport till lämplig deponi.
- Rengöring av bergschakt som ska användas för återfyllnad.
- Hantering av inläckande vatten genom sedimentering och oljeavskiljning på lämpligt sätt samt kontroll av sedimenterat vatten för bedömning av vidare hantering.

### 5.2.3 Utfyllnad (18)

Utfyllnaden vid västra sidan av Beckholmen planeras med den bergschakt som produceras vid breddning av GV-dockan (se Figur 15). I området för utfyllnad finns sediment med mycket stora avvikelser för flera metaller och mycket höga halter PAHer. Det är därför lämpligt att antingen rensa botten på förorenade sediment eller täcka över området innan utfyllnad för att undvika spridning av förorenade sediment.

Stranden är brant, stenig och har en hel del sprängsten vilket gör att det är svårt att använda miljöskopa som kräver en mer jämn botten, eller åtminstone att stora stenar och block tas bort. Utfyllnaden sträcker sig ca 27 m ut från stranden där botten har börjat plana ut och där lösare

sediment har ansamlats. Lämpligen utförs arbeten med rensning eller övertäckning innanför siltgardin.

Åtgärder som kan vara relevanta att vidta är exempelvis:

- Utredda genomförbar metod för rensning av bottensediment eller övertäckning av botten innan utfyllnad sker.
- Utredda lämplig metod för sedimentering av rensningsmassor, exempelvis möjligheten av sedimentering i GV-dockan innan breddningsarbeten påbörjas.
- Utredda möjligheten att arbeta innanför siltgardin.



Figur 16. Placering av utfyllnad av bergschakt.

#### 5.2.4 Småbåtshamnen (5)

Ny träbrygga föreslås på östra sidan av Beckholmen, öster om Wasakonserveringen. Bryggan byggs med pålning, huvudsakligen utanför strandlinjen för att få tillräckligt bottendjup utan att behöva muddra. Den yttre delen skulle eventuellt kunna utföras som pontonbrygga medan innerkanten av den inre bryggan kan vila på en betongbalk som gjuts på den spont som gjutits i samband med marksaneringsarbetet.

I likhet med beskrivningen ovan är en lämplig metod att använda borring av pålar med genomspolning för att undvika förorenings spridning.

Åtgärder som kan vara relevanta att vidta inför arbetet med småbåtshamn är exempelvis:

- Använda metod för borring av pålar med genomspolning

#### 5.2.5 Nya byggnader

Byggnaderna på västra sidan av ön byggs med stålstomme och ytskikt av tegel och trä över ett betonggolv, lagt på mark eller fribärande. Del av byggnaderna kan eventuellt behöva pålas

p.g.a. kvarvarande olämplig fyllning under vattenytan. På öns östra sida grundläggs byggnaderna på mark.

Schakt för grundläggning innebär att de massor som schaktas upp behöver hanteras. Efter saneringen återfylldes hela varvsområdet med rena bergmassor. För återfyllnadsmassorna i de översta marklagren gällde ett krav på MKM-nivå (Mindre Känslig Markanvändning), vilket är det riktvärde som används för t.ex. industrimark.

Inför schaktarbeten behöver det säkerställas att det inte finns föroreningar som överskrider MKM i schaktmassorna. Det behöver också undersökas hur eventuella överskottsmassor ska hanteras. Rekommendationen är därför att innan schaktarbeten påbörjas utförs provtagning av området. Proven analyseras med avseende på totalhalter och laktester.

## 5.3 Driftskedet

### 5.3.1 Grumling från båttrafik från kajer

Den nya kajen innebär att varvets kapacitet ökar eftersom tiden i dockan minskar. Maximal fartygsstorlek blir troligtvis inte större än mindre passagerarfärjor. Huvuddelen av aktuellt tonnage är fraktfartyg som inte har lika massiv volym som en passagerarfärja och som normalt har kort liggtid före och efter dockning.

Botten utanför den föreslagna långa kajen är brant och stenigt från ca 10 till 50 ut från stranden. Vattendjupet varierar mellan 5,6 och 27 m i provtagna punkter. Den 15 m breda kajen kommer att ligga en bit ut vattnet där det är djupare vilket innebär att djupet där fartygen ligger är ca 10 m. Risken bör därför vara liten för att uppgrumling av förorenade sediment sker på grund av fartygstrafiken in till kaj och docka.

Åtgärder som kan vara relevanta att vidta inför arbetet med kaj är exempelvis:

- Utredda vilka begränsningar av fartyg som finns med avseende på risken för föroreningsspridning.

### 5.3.2 Grumling från båttrafik till och från småbåtshamnen

I området för småbåtshamn finns mäktiga lager av sediment där flera föroreningshalten för flera metaller ligger mellan stor till mycket stor avvikelse och mycket höga halter PAH har påvisats.

Båtpropellrar från fritidsbåtar ger upphov till vågor, turbulens och strömmar. Flera studier har undersökt grumlingen från fritidsbåtar i grunda, måttligt vågskyddade till vågskyddade områden och jämfört dem med grumling orsakad av naturliga vågor. Resultaten visar tydligt att svall, strömmar och turbulens från båtar orsakar grumling genom resuspension av sediment och att grumlingen kan vara mycket högre än den som orsakas av naturliga vågor. Resultaten visar dock också att grumlingen ofta avtar snabbt när båttrafiken minskar (Havsmiljöinstitutet, 2019).

Vidare, enligt samma rapport, visar en litteratursammanställning att också vattendjupet påverkar uppgrumlingen orsakad av båtar, liksom motorstyrka och båtarnas hastighet. Effekten av grumling från båtar avtar med ökat vattendjup. Exempelvis grumlade en 5-metersbåt med en 40 hk utombordsmotor dubbelt så mycket på 0,9 m jämfört med 1,2 m djup men eftersom propellerströmmar från starkare motorer når djupt kan de röra upp sediment på större djup än så. Det konstateras också att grumling orsakad av båtar främst förekommer i områden grundare än 2,2 m och att sambandet mellan grumling och djup verkar vara exponentiellt avtagande.

Vattendjupet i de provtagna punkterna (1, 2 och 3) varierar mellan 1,2 och 3,7 m vilket visar att det inåt land är grunt och att det därför finns risk för uppgrumling orsakad av de fritidsbåtar som anlägger vid både befintlig och framtida brygga. Det innebär att bryggan inte kan ligga för nära

strandlinjen. Hur långt från strandlinjen går inte att bedöma utan att göra en beräkning av hur stor påverkan de båtar som förväntas anlägga i hamnen kommer att utgöra.

Åtgärder som kan vara relevanta att vidta inför arbetet med småbåtshamn är exempelvis:

- Utredda på vilket djup det finns risk för upprörning av sediment och anpassa placeringen av den yttre bryggan efter resultatet.

## 6 Referenser

- JP Sedimentkonsult HB. (2010). *Spridning av föroreningar från Beckholmen - Sedimentundersökning i Stockholms hamn - 2010-07-09.*
- Havsmiljöinstitutet. (2019). *Fritdsbåtars påverkan på grunda kustekosystem i Sverige. Rapport nr 2019:3.*
- Iterio. (2015). *Slutrapport - Marksanering Beckholmen Granskningsversion.*
- Kemakta. (2010). *Riskbedömning Beckholmen.*
- Marin Mätteknik. (2009). *Batymetrisk och geofysisk uppmätning, Beckholmen.*
- Naturvårdsverket. (1999). *Bedömningsgrunder för miljö kvalitet - Kust och hav. Rapport 4914.*
- SGU. (2017). *Klassning av halter av organiska föroreningar i sediment.*
- Sweco. (2014). *PM Dagvatten och påverkan på recipient.*
- Sweco. (2022). *Påverkan på kemiska kvalitetsfaktorer, Beckholmen.*
- Sweco Environment AB. (2011). *Sammanfattningsrapport över kompletterande utredningar och undersökningar inför efterbehandling.*
- Yoldia Consulting. (2022). *Sedimentutredning Beckholmen.*