

PÅVERKAN PÅ KEMISKA KVALITETSFAKTORER

Beckholmen



Sweco Sverige AB
Uppdrag
Uppdragsnummer
Kund
Datum
Upprättad av

RegNo 556767-9849
Beckholmen Samordning och MKB
30025907
Kungliga Djurgårdsförvaltningen
2024-06-27
Sonja Råberg, Nicole Österberg

Sammanfattning

Föreliggande utredning redovisar den potentiella påverkan på ekologisk- och kemisk status från föroreningar i sedimenten som den förändrade detaljplanen för Beckholmen kan ha under byggskedet och under driften.

Vattenförekomsten Strömmen uppnår sammantaget *otillfredsställande ekologisk* status. Klassningen baseras på miljökonsekvenstyperna övergödning, miljögifter, morfologiska förändringar och kontinuitet samt flödesförändringar, där övergödning styr. Flera kvalitetsfaktorer har undantag (mindre stränga krav eller tidsfrist) och miljökvalitetsnormen för vattenförekomsten är otillfredsställande ekologisk status till 2039. Av de särskilt förorenade ämnena uppnår till exempel inte koppar och zink god status.

Vattenförekomsten uppnår inte heller god kemisk ytvattenstatus och prioriterade ämnen som varit utslagsgivande är bland annat metallerna kadmium och bly, PAH:erna antracen och fluoranten samt TBT.

Utredningen omfattar de ämnen som provtagits i sediment runt omkring Beckholmen och som antingen finns upptagna som särskilt förorenade ämnen (SFÄ) eller prioriterade ämnen i kusten. Sammanlagt bedöms sexton olika ämnen; åtta metaller, sju PAH:er och tributyltennföreningar (TBT).

I stora drag visar sedimentundersökningarna att alla ämnen förutom arsenik överskred sina gränsvärden. Halterna var oftast högst i det översta lagret i sedimenten och lägst i de djupaste lagren.

Utöver föroreningar i sediment finns ett läckage av föroreningar från ön via grundvatten. Delar av planerade åtgärder utformas därmed med täta konstruktioner och med erosionsskydd för att minska läckaget av föroreningar och erosions av förorenade sediment, vilket minskar belastningen till Strömmen. Efter breddningen av GV-dockan kommer injektering av berget göras för att undvika att föroreningar läcker in med grundvatten i dockan.

Det är även troligt att pågående fartygstrafik runt Beckholmen bidrar till den fortsatt höga belastningen av föroreningar i området. Detta trots upphörandet av miljöfarliga verksamheter på ön sen många år tillbaka, samt tidigare saneringsåtgärder. Dessa fartygsrelaterade verksamheter kan till exempel leda till strand- och bottenerosion eller omlagring av tidigare sediment till följd av kryssningsfartyg som lägger till i Masthamnen och vänder just utanför Beckholmen.

Planerade åtgärder medför att en större del av Beckholmen blir tät och att erosionsskydd anläggs vilket minskar erosionen bedöms minska risken för läckage och spridning av föroreningar från ön, inklusive SFÄ och prioriterade ämnen. Tillförseln av SFÄ och prioriterade ämnen från Beckholmen till Strömmen förväntas därmed minska till följd av åtgärderna. Planerade åtgärder bedöms inte försvåra en eventuell framtida sanering av område via exempelvis muddring, med undantag från områden där föroreningar övertäcks.

Dagvattenhantering på Beckholmen är avsett för rådande verksamhet men anses i nuläget vara underdimensionerat. Förslagen systemlösning för dagvatten medför ökad fördröjning och långsammare avtappning, och förväntas minska föroreningsbelastningen till Strömmen. Dagvattenlösningen bedöms utgöra bästa möjliga lösning på Beckholmen

Sammanfattningsvis bedöms inte SFÄ eller de prioriterade ämnen som öka ytterligare i vattenförekomsten Strömmen vid driften av de planerade åtgärderna. Detta under förutsättning att de planerade åtgärderna inte bidrar till spridning av föroreningar via till exempelvis utläckage, erosionsprocesser och/eller uppgrumling och omlagringar av sediment. Planerade åtgärder har utformats med tätande funktioner och erosionsskydd vilket bedöms minska läckaget av föroreningar och erosion av förorenade sediment till Strömmen.

Åtgärderna enskilt kommer dock vara otillräckliga för att medföra att god status uppnås för SFÄ och prioriterade ämnen i Strömmen men kommer bidra till att minska föroreningsspridning av dessa ämnen från Beckholmen. Planerade åtgärder förhindrar dock inte att ytterligare åtgärder kan vidtas vid Beckholmen för att förbättra vattenkvaliteten med avseende på SFÄ och prioriterade ämnen.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
1. Inledning	6
1.1 Bakgrund	6
1.2 Utredning av påverkan på kemiska kvalitetsfaktorer	6
1.3 Gällande lagstiftning	7
2. Förslag på planerade åtgärder	8
2.1 Bryggor på träpålar utmed stranden och ut i vattnet på östra sidan (6).....	8
2.2 Stensatta platsgjutna kajer, flytbrygga och pålad ro-ro ramp i sydöst (4, 5).....	9
2.3 Pålad kaj med shiplift (3) samt utfyllnad (9) i sydväst	10
2.4 Strandskoning och utbyggd flytande brygga på nordvästra sidan (8).....	11
2.5 Breddning av Gustav V:s docka (7)	12
3. Sedimentundersökningar	13
3.1 Sedimentundersökning 2022	13
3.2 Sedimentundersökning 2012	14
3.3 Sedimentundersökning 2010	15
4. Grundvattenprovtagning	16
5. Statusklassning och miljökvalitetsnormer för ekologisk status	18
5.1 Statusklassning och miljökvalitetsnormer för särskilt förorenade ämnen	18
5.2 Statusklassning och miljökvalitetsnormer för kemisk status	19
6. Särskilt förorenade ämnen – resultat	20
6.1 Koppar	21
6.2 Zink	22
6.3 Krom	22
6.4 Arsenik	22
7. Prioriterade ämnen – resultat	24
7.1 Metaller	24
7.1.1 Bly och blyföreningar	24
7.1.2 Kadmium och kadmiumföreningar	25
7.1.3 Kvicksilver och kvicksilverföreningar	26
7.1.4 Nickel och nickelföreningar	26
7.2 Polycykliska aromatiska kolväten (PAH).....	27
7.2.1 Antracen	27
7.2.2 Fluoranten	28
7.2.3 Naftalen	28
7.2.4 Bens(b)fluoranten	29
7.2.5 Bens(k)fluoranten	29
7.2.6 Bens(a)pyren	29
7.2.7 Bens(g,h,i)perylen	30
7.3 Tributyltenn föreningar (TBT)	30
8. Sedimentföreningar i Saltsjön	32
9. Förstudie till LÅP för Strömmen	33
10. Dagvatten	34

11.	Miljöeffekter och konsekvenser av förslagna planerade åtgärder.....	35
11.1	Brygga på träpålar utmed strand och ut i vattnet på östra sidan	35
11.1.1	Förutsättningar.....	35
11.1.2	Byggskedet – påverkan och förslag på åtgärder	35
11.1.3	Driftskedet – påverkan och förslag på åtgärder.....	36
11.2	Stensatta platsgjutna kajer, flytbrygga och pålad ro-ro ramp i sydöst	36
11.2.1	Förutsättningar.....	36
11.2.2	Byggskedet – påverkan och förslag på åtgärder	37
11.2.3	Driftskedet – påverkan och förslag på åtgärder.....	37
11.3	Pålad kaj med shiplift samt utfyllnad i sydväst.....	37
11.3.1	Förutsättningar.....	37
11.3.2	Byggskedet – påverkan och förslag på skyddsåtgärder.....	38
11.3.3	Driftskedet – påverkan och förslag på skyddsåtgärder	38
11.4	Strandskoning och utbyggd flytande brygga på nordvästra sidan	39
11.4.1	Förutsättningar.....	39
11.4.2	Byggskedet – påverkan och förslag på skyddsåtgärder.....	39
11.4.3	Driftskedet – Påverkan och förslag på skyddsåtgärder	39
11.5	Breddning av Gustav V:s docka och utfyllnad på västra sidan	39
11.5.1	Förutsättningar.....	39
11.5.2	Byggskedet – Påverkan och förslag på skyddsåtgärder	40
11.5.3	Driftskedet – Påverkan och förslag på skyddsåtgärder	40
12.	Samlad bedömning.....	41
12.1	Aktuell föroreningssituation	41
12.1.1	Sediment41	
12.1.2	Markföroreningar	42
12.1.3	Dagvatten.....	43
12.1.4	Blästringsarbeten i befintliga dockor	43
12.2	Särskilda förorenade ämnen	43
12.2.1	Byggskede	43
12.2.2	Driftskede	44
12.3	Prioriterade ämnen.....	45
12.3.1	Byggskedet	45
12.3.2	Driftskedet.....	45
13.	Referenser.....	47

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Beckholmen är en ö belägen i Stockholms inlopp, söder om Djurgården och nås landvägen via Beckholmsbron. Beckholmen ägs av staten genom Statens Fastighetsverk och Kungens dispositionsrätt förvaltas av Kungliga Djurgårdens Förvaltning. Beckholmen ligger inom Nationalstadsparken, riksintresse för kulturmiljön och är i sin helhet byggnadsminne. Enligt Stockholms översiktsplan har sjöfart och handel bedrivits på Beckholmen sedan 1600-talet.

Beckholmen omfattas idag inte av någon detaljplan utan endast av områdesbestämmelser från år 1989. Arbetet med en detaljplan för Beckholmen har bedrivits tidigare i olika omgångar och avbrutits av olika skäl. En första omgång var 2003–2006, då avbröts arbetet bland annat på grund av att öns markföroreningar sannolikt omöjliggjorde planläggning.

Planarbetet återupptogs 2012 när sanering utförts och markföroreningar inte längre bedömdes vara ett problem. Planarbetet pausades dock i början av 2014 på begäran av Kungliga Djurgårdens förvaltning.

Under 2019 togs planarbetet upp igen och det finns nu ett framtaget förslag på detaljplan för Beckholmen. Plansamråd för detaljplanen genomfördes i augusti 2022 och en granskningshandling av planen togs fram under första halvåret av 2024. Detaljplanen medför vattenverksamhet och en tillståndsprocess för detta pågår parallellt med framtagandet av detaljplanen. Samråd för vattenverksamhet genomfördes under vår och sommar 2024.

1.2 Utredning av påverkan på kemiska kvalitetsfaktorer

Föreliggande utredning redovisar statusklassificering och miljö kvalitetsnormer för vattenförekomsten Strömmen med avseende på miljöförorenade ämnen.

Miljöfarliga ämnen kan påverka ekologisk status, genom kvalitetsfaktorn särskilt förorenande ämnen (SFÄ), och kemisk status där de prioriterade ämnena finns upptagna.

I denna utredning redogörs det för de ämnen som provtagits i sediment runt omkring Beckholmen och som antingen finns upptagna som SFÄ eller prioriterade ämnen i kusten. Resultaten analyseras utefter gränsvärden för sediment när sådana presenteras i bilaga 5 och 6 HVMFS 2019:25. I de fall gränsvärden enbart finns inom matriserna vatten och/eller biota har klassningen i stället skett utifrån Naturvårdsverkets rapport "Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Kust och hav" (1999) för metaller, och SGU:s rapport "Klassning av halter av organiska föroreningar i sediment" (2017) för PAH:er.

Utredningen avslutas med en sammanfattande beskrivning av den potentiella påverkan på ekologisk- och kemisk status från föroreningar i sedimenten som den förändrade detaljplanen för Beckholmen kan ha under byggskedet och under driften.

Denna utredning avhandlar delvis också spridning av miljögifter via dagvatten (se även Dagvattenutredning samt spridning av föroreningar från grundvatten till Strömmen).

En mer utförlig beskrivning av markföroreningarna på och runt Beckholmen, dess historia, källor och spridningsvägar finns vidare beskrivna i rapporten "Utredning Riskbedömning och åtgärdsutredning för mark- och sedimentföroreningar - Detaljplan Beckholmen" (Sweco, 2024). Föroreningar från dagvatten ingår även i dagvattenutredningen (Sweco, 2024).

1.3 Gällande lagstiftning

EU:s ramdirektiv för vatten definierar de europeiska målen för förvaltning av alla former av vatten, däribland ytvatten. Målen har införlivats i svensk lagstiftning genom 5 kapitlet i miljöbalken. Sveriges ytvatten är indelade i geografiska delområden som kallas vattenförekomster och i myndigheternas databas VISS (Vatteninformationssystem Sverige) finns bedömningar av den aktuella miljöstatusen i vattenförekomsterna. Metodiken bakom statusklassningarna beskrivs i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2019:25) om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten (Havs- och Vattenmyndigheten, 2022).

Målen för miljöstatusen i en vattenförekomst bestäms av myndigheterna genom så kallade miljö kvalitetsnormer (MKN). MKN är bestämmelser om kraven på vattenkvaliteten, och huvudregeln är att alla vattenförekomster ska uppnå det som inom vattenförvaltning kallas god status. Miljö tillståndet i en vattenförekomst beskrivs genom ekologisk och kemisk status, och klassificeras utifrån en bedömning av ett antal kvalitetsfaktorer som i sin tur delas in i olika parametrar. En vattenförekomsts ekologiska status motsvarar en sammanvägning av kvalitetsfaktorerna där de biologiska faktorerna är styrande. För en vattenförekomsts kemiska status gäller bedömningen av så kallade prioriterade ämnen där det räcker med att ett ämne överskrider sitt gränsvärde för att statusen klassas till Uppnår ej god.

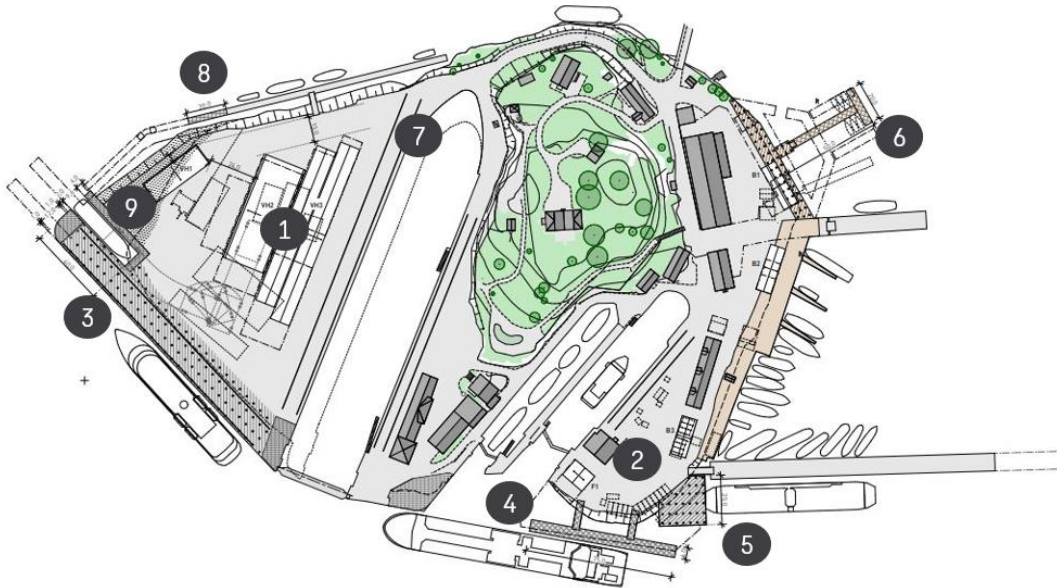
Enligt 5 kap. 4 § miljöbalken får en verksamhet eller åtgärd inte tillåtas om den, trots åtgärder för att minska föroreningar eller störningar från andra verksamheter:

1. försämrar vattenmiljön på ett otillåtet sätt (försämringsförbudet), eller
2. äventyrar möjligheterna att uppnå den status som vattnet ska ha enligt en miljö kvalitetsnorm.

En otillåten försämring av vattenmiljön uppstår om en kvalitetsfaktor får en försämrad status mellan två klassgränser, till exempelvis från god till måttlig status, eller om det sker en försämring av en kvalitetsfaktor som är i den sämsta klassen. Med begreppet "äventyra" avses ett oacceptabelt risktagande som utgör ett allvarligt hot mot möjligheten att uppnå fastställd miljö kvalitetsnorm (MKN).

2. Förslag på planerade åtgärder

I Figur 1 nedan visas översiktligt planområdet med planerad markanvändning.



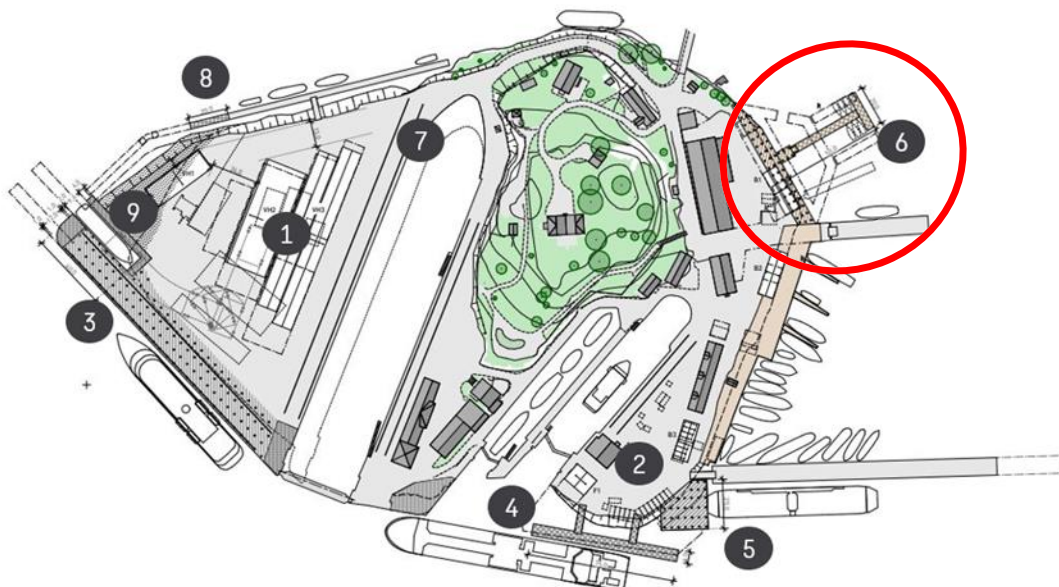
Figur 1. Översiktsritning av detaljplanen. 1. Ny varvshall, verkstadshallar, förråd och återvinningscentral; 2. Nya byggnader på östra sidan; 3. Pålad kaj i sydväst med shiplift 4. Utfyllnader av mindre kajer samt flytande brygga; 5. Ro-ro-ramp; 6. Pålad träbrygga med fast pålad brygga åt nordost; 7. Breddning av GV-dockan; 8. Strandskoning och utbyggd flytbrygga; 9. Utfyllnad.

Under följande rubriker beskrivs i korthet de olika planerade åtgärderna som berör vattenförekomsten. Varshallarna och andra byggnader (1 och 2) tas inte upp de ligger på ön och inte medför spridning av föroreningar till Strömmen. För en mer detaljerad beskrivning se planbeskrivningen.

2.1 Bryggor på träpålar utmed stranden och ut i vattnet på östra sidan (6)

På den nordöstra sidan av Beckholmen finns i nuläget en betongramp och en flytbrygga (se Figur 2). Med den planerade verksamheten förlängs den befintliga betongrampen med en cirka 50 meter och en cirka 8 meter bred pontonbrygga. Betongrampen används idag av det kommersiella varvet för angöring, dels av varvets servicefunktion för snabba och enklare åtgärder, dels då skärgårdstonnaget stannar för att hämta upp material från skeppshandeln som ligger i pontonens förlängning.

Den befintliga flytbryggan norr om betongrampen tas bort och utmed hela stranden byggs en fast, pålad träbrygga. Till denna brygga ansluts en brygga som blir tvärställd strandlinjen. Även denna brygga utförs om en fast, pålad träbrygga, som totalt blir cirka 50 meter lång. Syftet med bryggorna är att öka allmänhetens tillträde till Beckholmen på ett säkert sätt genom angöringsmöjligheter och som promenadväg från Beckholmsbron.



Figur 2. Översiktsritning av detaljplanen. Området för utbyggnaden av småbåtshamnen (6) är inringad med röd cirkel.

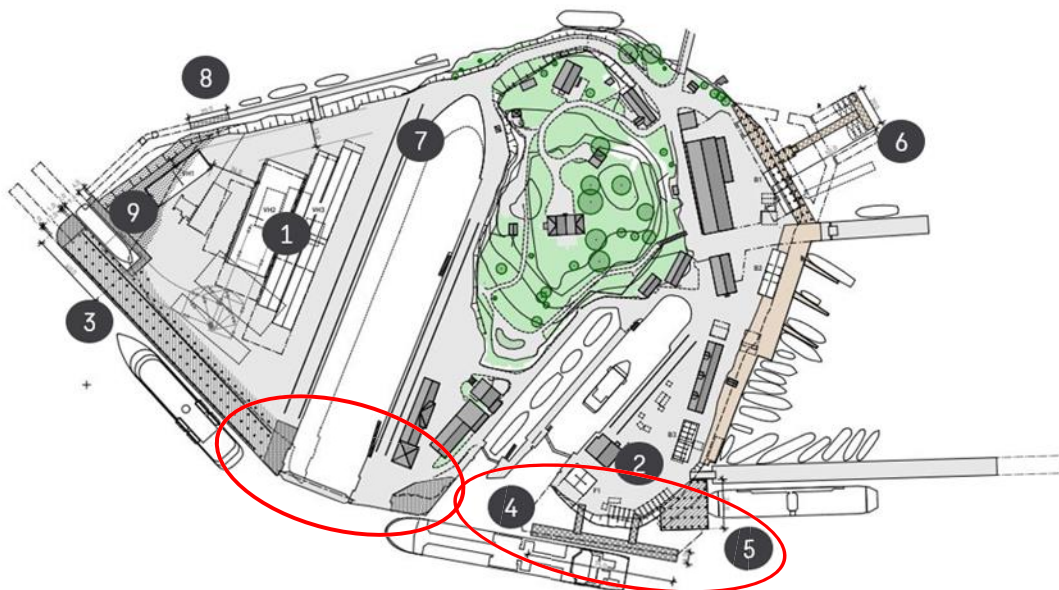
2.2 Stensatta platsgjutna kajer, flytbrygga och pålad ro-ro ramp i sydöst (4, 5)

På Beckholmens sydöstra sida förlängs befintlig brygga med en pontonbrygga som ansluts till en ramp (4, se Figur 3).

Kajerna på Beckholmens södra strandlinje vid pumphus GV och nära östra dockan har idag rasat och fortsätter erodera på grund av passerande sjötrafik. Kajerna kan därför inte användas som förtöjningsplatser. Vid båda kajerna planeras befintliga stenkajer repareras med stensatta platsgjutna kajer. Utfyllnad av kaj kommer ske i samband med reparationen. Utanför den platsgjutna kajen längst i öster planeras en cirka 75 meter lång och cirka 9 meter bred flytbrygga (5) som ansluts mot fast mark med hjälp av landfästen. Syftet är att återskapa en kaj för tillfällig angöring där öns skutor och ångbåtar kan ligga vid bunkring och småreparationer samt där andra fartyg kan ligga i väntan på dockning.

Vid den sydöstra udden kommer den befintliga rampen invid befintlig pontonbrygga ersättas med en ny rörlig ramp som utförs som ett pelardäck. Storleken på rampen blir cirka 24 gånger 25 meter. Rampen används i huvudsakligen för den kommersiella verksamhetens service av vägfärjor och för att lägga till ro-ro-fartyg.

I anslutning till åtgärderna planeras anläggandet av erosionsskydd för att förhindra utläckage av föroreningar och föroreningsspridning via erosion.



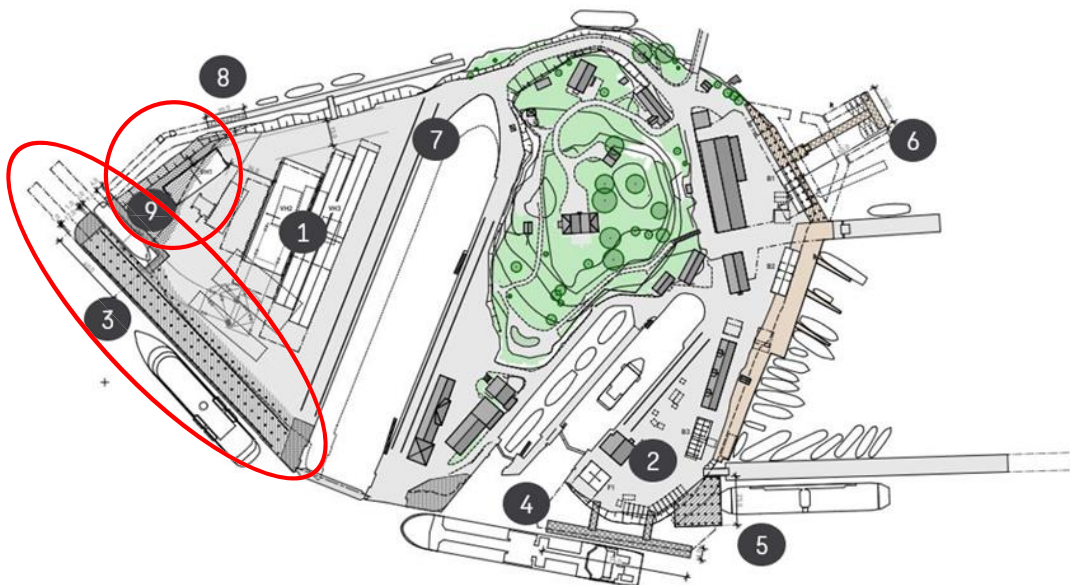
Figur 3. Översiktsritning av detaljplanen. Området för de nya kajerna i söder (4 och 5) är inringade med röda cirklar.

2.3 Pålad kaj med shiplift (3) samt utfyllnad (9) i sydväst

På den sydvästra sidan av ön planeras en cirka 165 meter lång och cirka 15 meter bred kaj med shiplift (3, se Figur 4). Syftet är att större fartyg ska ligga här vid invändiga reparationsarbeten samt i väntan på dockplats. Vid kajens västra ände byggs en så kallad shiplift. Kajkonstruktionen vid shipliften planeras bli cirka 40 meter lång och placeras mellan pelardäcket och utfyllnad. Kajen planeras att göras tät för att hindra läckage av föroreningar från ön. Shipliften är dimensionerad för att torrsätta det vanligaste skärgårdstonnaget, Vaxholmsbolagets snabbåtar, för reparation inomhus i den nya varvshallen.

Erosionsskydd kommer anläggas så att erosion inte sker i slänten under kajen. På grund av föroreningssituationen och för att förhindra att föroreningsspridning sker vid erosion orsakade av propellerströmmar tas även detta i beaktande vid slutlig utformning.

Vid Beckholmens västra sida planeras en större utfyllnad i vatten (9) med den bergschakt som produceras vid breddning av GV-dockan alternativt med stenmassor från pågående tunnelbaneutbyggnad. Utfyllnaden kommer att utgöra en yta på cirka 870 m².

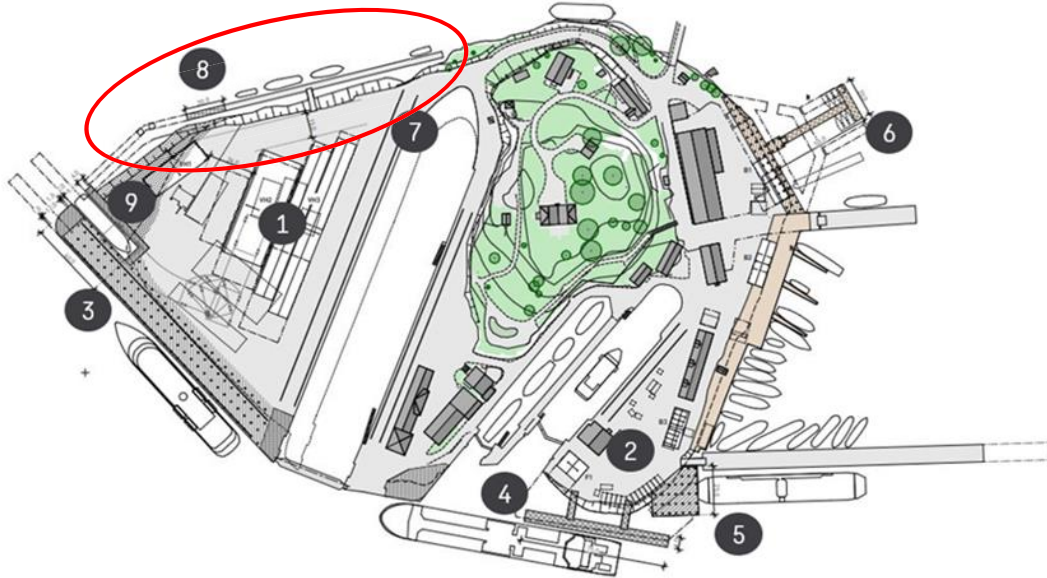


Figur 4. Översiktsritning av detaljplanen. Området för den nya kajen med shiplift (3), samt området för utfyllnaden (9) som i första hand ska i första hand bestå av sprängmassor från breddningen av Gustav V:s docka, är inringade med röda cirklar.

2.4 Strandskoning och utbyggd flytande brygga på nordvästra sidan (8)

Beckholmens strandlinje har förändrats genom varvsverksamhetens utveckling. När dockorna etablerades har sprängmassor tjänat som utfyllnader av ön, mot öster och väster. De skrotstensslänter som till stor del omgärdar Beckholmen idag har dels tillkommit under mitten av 1900-talet, dels för cirka 10 år sedan i samband med marksanering av ön. Eftersom strandlinjen behöver stabiliseras och erosionssäkras, bland annat för att stoppa läckage av föroreningar, planeras en stensatt strandskoning (8) med bakåtförankrad borrspont som drivs ner till berg (se Figur 5).

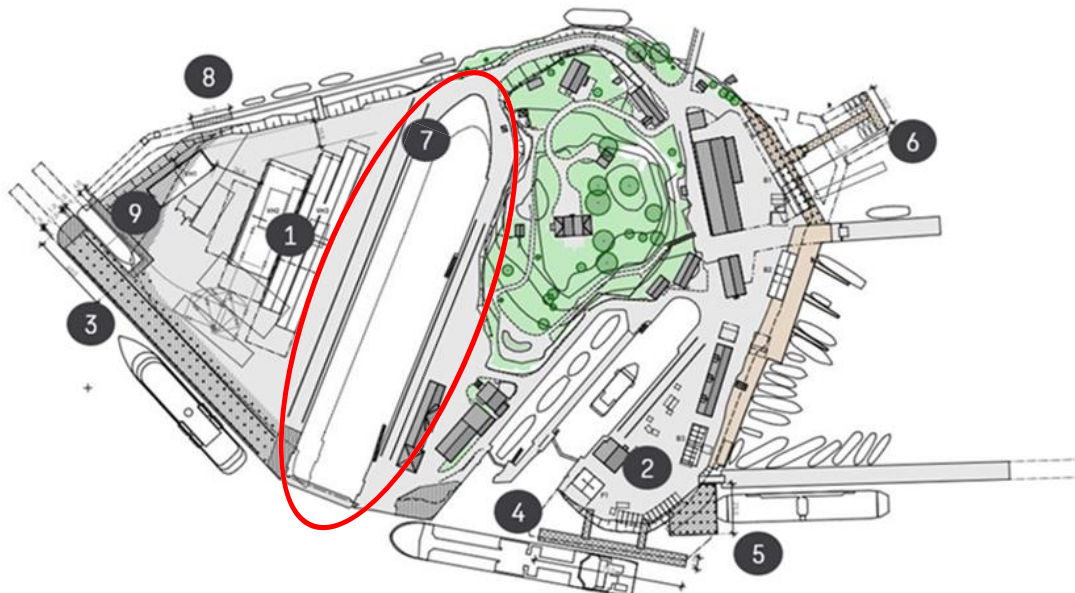
Den befintliga flytbryggan kommer att förlängas västerut med cirka 20 meter likt den befintliga bryggan. Detta görs för att skapa ytterligare kajplats för mindre båtar och för lättare varvsarbeten, främst inombords.



Figur 5. Översiktsritning av detaljplanen. Området med strandskoning i nordväst (8) är inringade med röd cirkel.

2.5 Breddning av Gustav V:s docka (7)

Gustav V:s docka (7) planeras att breddas med cirka 10 meter och förlängas norrut med cirka 10 meter (se Figur 6). Västra väggen på dockan flyttas utåt genom demontering av befintlig stenskonig (en rad huggen sten), sprängning, betonggjutning och återmontering av huggen sten, med utförande lika befintliga docksidor. Allt arbete innanför dockporten kan utföras i torrhet när dockan är tömd och dockportarna kan hållas stängda.



Figur 6. Översiktsritning av detaljplanen. Området för breddningen av Gustav V:s docka (7) är inringad med röd cirkel.

3. Sedimentundersökningar

3.1 Sedimentundersökning 2022

Provtagning av sediment runtom Beckholmen utfördes under mars 2022, se Figur 7. Sammanlagt togs 26 prover från 11 olika platser fördelade på varierande djup. För sammanställning av provplatsernas placering, vatten- och sedimentdjup se Tabell 1.

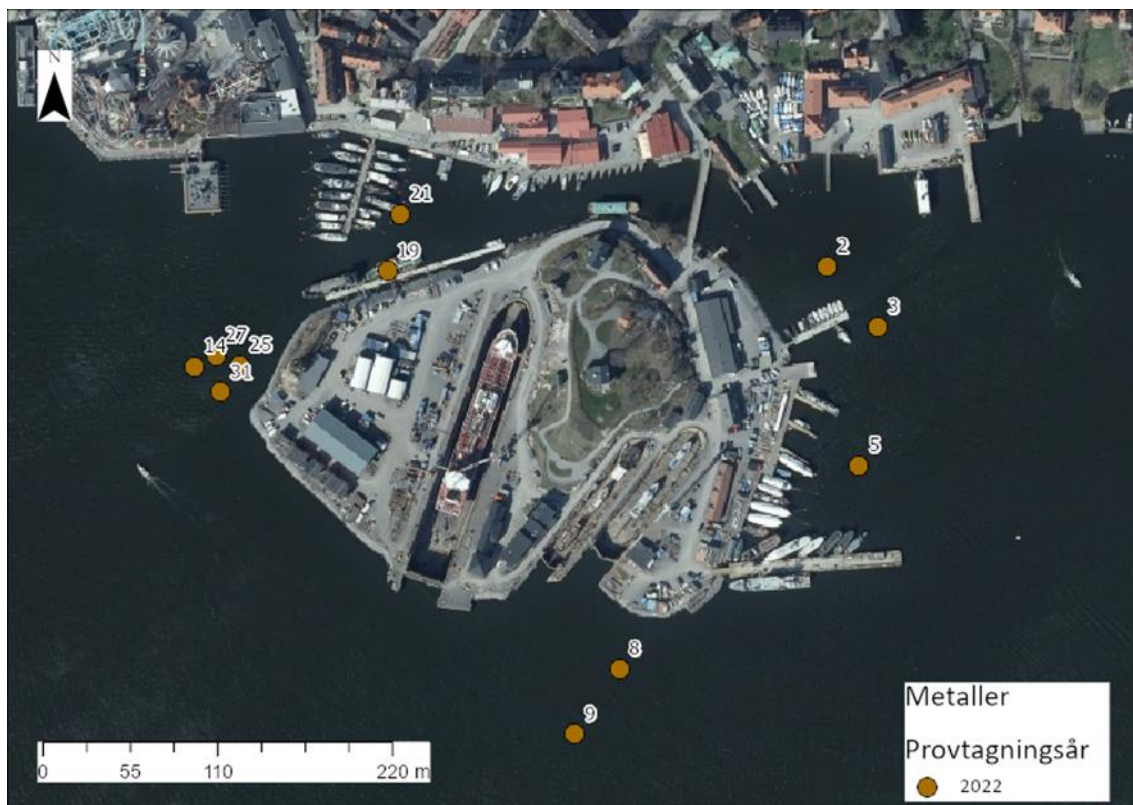
Provtagningen utfördes från båt av personal från Yoldia Consulting. Beroende av vattendjupet så utfördes provtagningen med olika tekniker. För utförlig beskrivning av metoden se Sweco (2022b). De kemiska analyserna utfördes av ALS laboratorium.

Totalt analyserade 11 metaller och 16 PAH:er.

Metaller: Arsenik, barium, kadmium, kobolt, krom, koppar, kvicksilver, nickel, bly, vanadin och zink.

PAH:er: Naftalen, acenaftylen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, pyren, bens(b)fluoranten, krysen, bens(b)fluoranten, bens(k)fluoranten, bens(a)pyren, dibens(a,h)antracen, bens(g,h,i)perylene och indeno(123cd)pyren.

Metallerna analyserades från alla 11 provlokaler, medan PAH:er analyserades från fyra lokaler belägna runt den norra delen av Beckholmens strand.



Figur 7. Provtagningspunkter för sediment runt Beckholmen genomförd under mars 2022.

Tabell 1. Sammanställning över de 11 provlokaler från sedimentundersökningen 2022, med ungefärligt läge runt Beckholmen, analyserade ämnen och vatten- och sedimentdjup.

Läge	Provpunkt	Analyserade ämnen	Vattendjup (m)	Sedimentdjup (cm)
Nordöst	2	Metaller	3,1	30-40
				40-50
Nordöst	3	Metaller och PAH	3,7	2-10
				10-20
				40-60
Öst	5	Metaller	6,2	10-20
				20-40
				40-60
Syd	8	Metaller	18	10-20
				40-43
Syd	9	Metaller	23	20-40
				40-54
Väst	14	Metaller och PAH	16	0-2
				40-60
				60-67
Väst	25	Metaller och PAH	12,6	2-10
				20-40
				100-120
Väst	27	Metaller	16,1	40-60
				60-80
Väst	31	Metaller	14,7	20-40
				40-60
Nordväst	19	Metaller och PAH	7,6	0-10
Nordväst	21	Metaller	9,3	10-20
				20-40
				40-52

3.2 Sedimentundersökning 2012

För att komplettera med data över tributyltennföreningar (TBT) har tre provpunkter från en sedimentundersökning från 2012 använts som underlag (se Tabell 2). Lokalerna var alla belägna på grunda bottnar utanför Beckholmens östra strand. Provtagningen utfördes med hjälp av Livingstoneprovtagare och proverna analyserades av Eurofins.

Tabell 2. Sammanställning över de 3 provpunkterna från sedimentundersökningen 2012, med ungefärligt läge runt Beckholmen, analyserade ämnen och vatten- och sedimentdjup.

Läge	Provpunkt	Analyserade ämnen	Vattendjup (m)	Sedimentdjup (cm)
Nordöst	S1	TBT	3,5	2-10
Öst	S4	TBT	1,7	0-2
Sydöst	S6	TBT	4,1	0-20

3.3 Sedimentundersökning 2010

För att ytterligare komplettera data över PAH:er (som togs på fyra lokaler 2022) och TBT (som togs på tre lokaler 2012) har även data använts som underlag från en stor undersökning utförd hösten 2009 (Sweco, 2022b). Beställare var Kungliga Djurgårdens Förvaltning och syftet med undersökningen var att i tid och rum bestämma influensområdets storlek för föroreningar som läcker ut och har läckt ut från Beckholmen, samt att bedöma läckage från Beckholmen som tillförs sedimenten. Sedimentprovtagningen genomfördes från båt på sammanlagt 49 stationer. Sedimentkärnor togs med antingen Gemini-hämtare eller Ponar-hämtare beroende på plats.

Sammanlagt har denna utredning kompletterats med dataunderlag från TBT-undersökningen utanför Beckholmens östra strand år 2012, med fyra stationer (framför allt väster om Beckholmen) samt metall- och PAH-undersökningen från 2010 med sex stationer (belägna framför allt längs den södra delen av Beckholmens strand) (Tabell 3).

Tabell 3. Sammanställning över de 9 provpunkterna från sedimentundersökningen 2010, med ungefärligt läge runt Beckholmen, analyserade ämnen och vatten- och sedimentdjup.

Läge	Provpunkt	Analyserade ämnen	Vattendjup (m)	Sedimentdjup (cm)
Öst	26	PAH och metaller	10,6	0-2
Sydöst	25	TBT	21,8	0-2
Sydöst	30	PAH och metaller	16,8	0-2
Syd	34	PAH och metaller	10,8	0-2
Sydväst	37	PAH, TBT och metaller	28,2	0-2
Sydväst	38	PAH och metaller	13,1	0-2
Sydväst	43	PAH och metaller	16,5	0-2
Sydväst	42	TBT och metaller	23,4	0-2
Väst	46	TBT och metaller	17,8	0-2

4. Grundvattenprovtagning

Under våren 2023 utfördes en översiktlig miljöteknisk markundersökning på Beckholmen omfattande provtagning av jord. Syftet var att undersöka förekomst av metaller och PAH i förhöjda halter i jord och grundvatten utmed strandkanten samt översiktligt utreda möjlig spridning till Saltsjön. Provtagningen riktades mot områden nära strandkanten där den fartygsrelaterade verksamheten framför allt har bedrivits.

I samband med undersökningen vid strandkanten installerades 4 grundvattenrör, se Figur 8. Proverna analyserades med avseende på samma ämnen som jordproverna; metaller, alifater, aromater, BTEX, PAH samt kreosotföreningar. Under fältarbetet noterades lukt av olja/tjära i provpunkterna 23S01GV samt 23S03GV och vid rensugning förekom oljehinna på grundvattnet i båda provpunkterna.



Figur 8. Provtagningspunkter för jord och grundvatten vid den översiktlig miljöteknisk markundersökning genomförd 2023.

Analysresultatet jämfördes med SGU:s bedömningsgrunder för grundvatten (SGU, 2023). En sammanställning av resultaten ifrån dessa provtagningar redovisas i Tabell 4 och i rapport Riskbedömning och åtgärdsalternativ för mark- och sedimentföroreningar (Sweco, 2024). Provtagningen visade på förekomst av höga halter arsenik i grundvattenprover på öns södra stranden (23S05GV) och mycket höga halter på öns östra strand (23S03GV). Höga halter av bly förekom i grundvattenproverna på öns östra och västra strand (23S01GV, 23S03GV). Övriga metaller förekom med låg, mycket låg eller måttlig halt.

Tabell 4. Klassade analysresultat avseende metaller med förhöjda halter.

SGU, 2013 Bedömningsgrunder för grundvatten						Provpunkt	23S01GV	23S03GV	23S05GV
						ProviD	23S01GV:230512	23S03GV:230512	23S05GV:230512
						Datum	2023-05-12	2023-05-12	2023-05-12
As	Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4	Klass 5	µg/l	1,98	44,7	8,28
Pb	<0,5	0,5-1	1-2	2-10	>10	µg/l	7,96	5,44	1,97

Grundvattenproverna bedömdes också enligt Svenska Petroleum Institutets (SPI) branschrekommendationer (SPI, 2011). Analyserade halter av petroleumämnen underskred riktvärdena för de flesta parametrarna, se Tabell 5, med undantag för östra och västra strand (23S01GV, 23S03GV). Vid dessa provpunkter påvisades halter av PAH-över riktvärdet avseende risk för ytvattenkontaminering med risk för fri fas, vilket överensstämmer med observationer i fält. Vid norra stranden (23S05GV) överskreds riktvärdet avseende ånginträngning för halten alifater >C10-C12. Nästan samtliga övriga petroleumämnen förekom i halter över rapporteringsgränsen men under de tillämpade riktvärdena i den södra provpunkten (23S05GV).

Tabell 5. Klassade analysresultat för petroleumämne som förekom i halter över tillämpade riktvärden

SPI				Provpunkt	23S01GV	23S03GV	23S05GV
				ProviD	23S01GV:230512	23S03GV:230512	23S05GV:230512
				Datum	2023-05-12	2023-05-12	2023-05-12
Alifater >C10-C12	Ytvatten	Ånginträngning	Indikation fri fas	µg/l	<10	<10	76
PAH, summa H	0,5	300	1	µg/l	1,22	1,2	0,353

Från undersökningsresultaten kan det konstateras att metaller och oljekolväten förekommer i grundvattnet vid den undersökta strandkanten på Beckholmen, vilket indikerar att det kan förekomma en spridning av dessa föroreningsämnen till Saltsjön.

I rapport Riskbedömning och åtgärdsalternativ för mark- och sedimentföroreningar (Sweco, 2024) konstateras att det sker en föroreningsspridning till grundvattnet från de kvarvarande massorna under medelvattennivån som lämnades kvar vid saneringen och från de föroreningar som lämnats kvar i grönområdet på Beckholmen. Förekomsten av föroreningar i grundvattnet visar indikationer på att detta är fallet, omfattning på föroreningsspridningen är dock oklar. Vid saneringen år 2010 gjordes bedömningen att föroreningarna spreds nedåt genom det finkorniga materialet på ön. Föroreningsspridningen till grundvattnet bedömdes därmed minska efter att dessa massor schaktats ut, vilket antas ha skett (Sweco, 2024).

5. Statusklassning och miljö kvalitetsnormer för ekologisk status

Statusklassning och miljö kvalitetsnormer har hämtats från VISS 2024-04-27. Vattenförekomsten Strömmen (WA79755821) uppnår sammantaget *otillfredsställande ekologisk status*. Klassningen baseras på miljökonsekvenstyperna övergödning, miljögifter, morfologiska förändringar och kontinuitet samt flödesförändringar, där övergödning styr. Flera kvalitetsfaktorer har undantag (mindre stränga krav eller tidsfrist) och miljö kvalitetsnormen för vattenförekomsten är otillfredsställande ekologisk status till 2039.

5.1 Statusklassning och miljö kvalitetsnormer för särskilt förorenade ämnen

För miljögifter baseras bedömning av ekologisk status på uppmätta koncentrationer av enskilda ämnen, så kallade särskilda förorenande ämnen, SFÄ. Bedömningsgrunderna för dessa ämnen är framtagna för att ange koncentrationer där risken för negativa effekter, i eller via vattenmiljön, är liten. Havs- och vattenmyndigheten har inte fastställt några biologiska bedömningsgrunder som är utvecklade för att kunna svara på effekter av miljögifter. De flesta biologiska bedömningsgrunder som är med i HVMFS 2019:25 är i stället utvecklade för att till exempel bedöma effekter som uppstår till följd av övergödning och försurning.

Kvalitetsfaktorn "Särskilda förorenande ämnen" (SFÄ) är en fysikalisk-kemisk kvalitetsfaktor och omfattar andra miljögifter än de som anges i bilaga 6 HVMFS 2019:25, och för vilka det har visats att de släpps ut eller tillförs på annat sätt i betydande mängder i vattenförekomsten (bilaga 5 HVMFS 2019:25). De ingår i de fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna och påverkar klassificeringen av ekologisk status.

Sammanlagt finns 31 ämnen klassade som potentiella SFÄ. Om något eller några av dessa ämnen identifieras (dvs. pekas ut) som ett SFÄ kommer dock att variera mellan olika vattenförekomster. Det beror på att klassificeringen bara behöver göras för det eller de av dessa ämnen som släpps ut eller på annat sätt tillförs i betydande mängd i respektive vattenförekomst. Ett ämne som koppar ska därför bara ingå i kvalitetsfaktorn SFÄ i vattenförekomster där detta ämne släpps ut eller tillförs i betydande mängd och inte vid klassificeringen för en vattenförekomst som saknar utsläpp eller annan tillförsel i betydande mängd av ämnet.

Det räcker med att ett ämne förekommer i koncentrationer som överstiger de värden som anges i föreskrifterna för att status ska bedömas som "måttlig". SFÄ kan dock bara motivera en sänkning av status till "måttlig" status.

I bedömningen av Strömmens ekologiska status har miljökonsekvenstypen Miljögifter (som bedöms utifrån SFÄ) fått måttlig status. De tre ämnen som klassats och som inte uppnått god status är koppar som analyserats i sediment, zink som analyserats i ytvatten och icke-dioxinlika PCB:er som analyserats i fisk. Tillförlitligheten i statusklassificeringen är hög.

Dessa tre ämnen har fått tidsundantag till år 2027 med skälet tekniskt omöjligt. I motiveringstexten står det att utsläppsbehandlande och/eller förebyggande åtgärder behöver genomföras för att minska utsläppen. Samtidigt tar vattenförekomstens återhämtning tid och åtgärder bör sättas in så snart som möjligt för att nå målet om en god ekologisk status till 2027 (VISS, 2024).

5.2 Statusklassning och miljökvalitetsnormer för kemisk status

För klassificering av kemisk ytvattenstatus finns bara två klasser, "god" respektive "uppnår ej god". Bedömningen ska utgå från de ämnen som ingår i bilaga 6 till HVMFS 2019:25. Det rör sig således om andra ämnen än de som bedöms inom ramen för kvalitetsfaktorn SFÄ. Totalt listar bilaga 6 45 olika ämnen och föreningar (med några undergrupper).

Kvalitetskravet för kemisk ytvattenstatus i Strömmen är God kemisk ytvattenstatus.

Två ämnen/föreningar har fått mindre strängt krav: Bromerade difenyleter (PBDE) och kvicksilver och kvicksilverföreningar. Mätningar av PBDE och kvicksilver i biologiskt material i Sverige har visat att halterna överskrider gränsvärden med så stor marginal att en extrapolering gjorts för alla vattenförekomster i Sverige. Dessa ämnen har fått undantag för att uppnå god kemisk status då det anses tekniskt omöjligt att reducera dessa halter under gränsvärdena. PBDE och kvicksilver har långväga atmosfäriska transporter som främsta källa.

Sex andra ämnen/föreningar har erhållit senare målår eller tidsfrist till 2027. Dessa är PFOS, antracen, kadmium och kadmiumföreningar, fluoranten, bly och blyföreningar och tributyltenn föreningar (VISS, 2024).

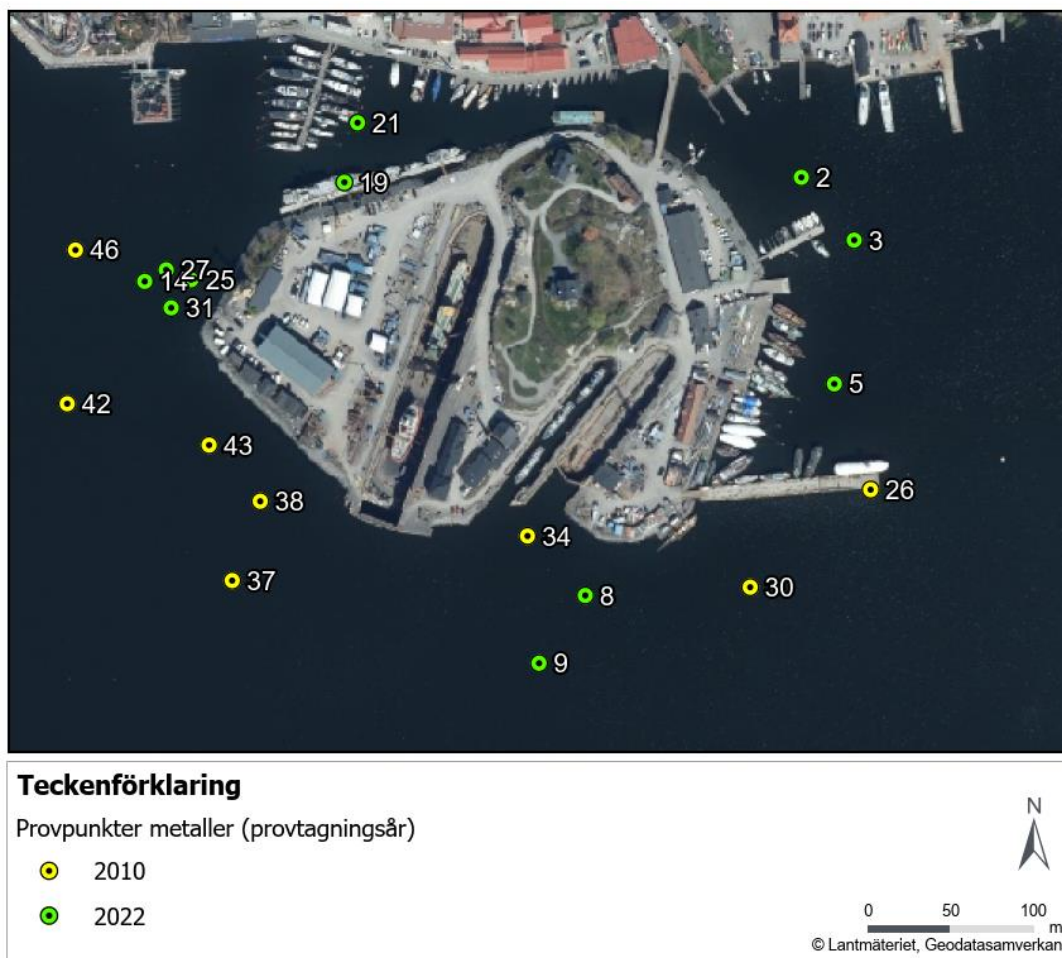
6. Särskilt förorenade ämnen – resultat

Kvalitetsfaktorn särskilt förorenade ämnen (SFÄ) är idag klassad utifrån tre ämnen: koppar, zink och icke-dioxinlika PCB:er. I detta projekt har analyser utförts i sediment för de två klassificerade metallerna, men ingen provtagning har utförts för ämnet icke-dioxinlika PCB:er.

Däremot har två ytterligare metaller, som ingår i gruppen SFÄ, men som inte är klassificerade i VISS idag, provtagits och analyserats i projektet. Dessa är arsenik och krom.

Av dessa fyra metaller finns det bara bedömningsgrunder i sediment för koppar. För att ändå kunna resonera kring gränsvärden för metallerna zink, arsenik och krom, och vad som kan anses vara "sämre än god status", används klassningssystemet för halter i sediment som presenteras i Naturvårdsverkets rapport "Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Kust och hav" från 1999 (Naturvårdsverket, 1999). Detta system använder sig av fem klasser – från ingen avvikelse (klass 1) till mycket stor avvikelse (klass 5) där mittenklassen (klass 3) kan anses vara omkring gränsen för när god status sänkts till måttlig. Denna klass motsvarar "tydlig avvikelse från referensvärdet" och koppar, som i bedömningsgrunden (bilaga 5, Havs- och vattenmyndigheten, 1019) har gränsvärdet 52 mg/kg torrsustans (TS), har i denna klass intervallet 30 – 50 mg/kg TS. Då gränsvärdet för koppar på 52 mg/kg TS precis ligger utanför detta intervall samtidigt som hänsyn ska tas för bakgrundshalten av koppar (som ska dras bort från 52 mg/kg TS) utgår detta PM från att klasserna 1 till 3 motsvarar god status. Gränsvärdena för metallerna zink, arsenik och krom anses därmed vara likställt med värdet som motsvarar gränsen mellan klass 3 och 4 i Naturvårdsverkets tabell (Naturvårdsverket, 1999).

I Figur 9 visas lokaliseringen, med tillhörande provnummer, av provpunkterna som analyserats för metaller i genomförda sedimentundersökningar från 2010 och 2022.



Figur 9. Provtagningspunkter från 2010 och 2022 som analyserats för metaller.

6.1 Koppar

Gränsvärdet för koppar i sediment är 52 mg/kg torrsubbstans (TS) (bilaga 5 – Havs- och vattenmyndigheten, 2019).

Bedömningen i VISS, som resulterat i måttlig status, bygger på uppmätt halt koppar under åren 2010 till 2016 vid 38 provlokaler. På 35 av dessa 38 provlokaler överskreds gränsvärdet. Medelhalten (korrigerad för bakgrundshalt på 35 mg/kg TS) var 269,4 mg/kg (TS). Maximal- och minimumhalt var 1078,5 respektive 12,8 mg/kg TS.

Resultatet från sedimentprovtagningen runt Beckholmen visade halter över gränsvärdet på åtta av de 11 undersökta lokalerna. Medelhalten, korrigerad för bakgrundshalt (35 mg/kg TS enligt VISS) var 201 mg/kg TS. Även om värdet är lägre än vad som presenteras i VISS (269 mg/kg TS) är det fortfarande högt över gränsvärdet på 52 mg/kg TS. Den maximalt uppmätta halten 1 430 mg/kg TS erhöles söder om Beckholmen, på provlokal 8, i det grunda (10-20 cm) sedimentlagret. Det lägsta värdet (25 mg/kg TS) återfanns i undersökningens djupaste provtagna sedimentdjup (100-120 cm) på provlokal 25 väster om ön.

För en sammanställning av resultatet för kopparhalter i sedimenten se Tabell 6.

Tabell 6. Sammanställning över resultatet från sedimentundersökningen för de fyra metallerna koppar, zink, krom och arsenik. Grön färg motsvarar god status enligt bedömningsgrund för koppar (Havs- och vattenmyndigheten, 2019) och gränsen mellan klass 3 och 4 enligt Naturvårdsverkets klassning för zink, krom och arsenik (Naturvårdsverket, 1999). Röd färg motsvarar alla halter som överskrider dessa gränsvärden. Fetmarkerade siffror motsvarar den högsta och den lägsta uppmätta halten av metallen i undersökningen. Enheten för alla värden är mg/kg torrsvikt.

Läge	Provpunkt	Sedimentdjup (cm)	Koppar	Zink	Krom	Arsenik
Nordöst	2	30-40	25,1	80,4	37,4	7,49
		40-50	39,7	119	57,6	8,01
Nordöst	3	2-10	187	2170	34,6	11,8
		10-20	34,4	127	38,7	5,1
		40-60	36,7	90,7	46	5,56
Öst	5	10-20	34,6	98,2	47,4	6,66
		20-40	31,3	92,7	45,6	6,68
		40-60	34,4	108	54,4	7,63
Syd	8	10-20	1430	3130	467	19,4
		40-43	698	1940	80,3	23,8
Syd	9	20-40	976	2960	248	18,4
		40-54	473	1490	87,3	18,6
Väst	14	0-2	281	897	78,6	3,69
		40-60	102	171	32	4,83
		60-67	69,5	110	33	4,71
Väst	25	2-10	241	698	63,1	7,6
		20-40	291	988	30,7	14,6
		100-120	25,4	65,3	30,6	3,07
Väst	27	40-60	94,8	223	42,2	8,73
		60-80	66,7	122	46,6	8,14
Väst	31	20-40	54,3	166	63	8,19
		40-60	50,8	153	86,1	8,92
Nordväst	19	0-10	485	1700	57,3	13,8
Nordväst	21	10-20	293	1260	44	28
		20-40	42,6	120	47,5	9,02
		40-52	39,8	117	54,5	7,53

6.2 Zink

Det finns, som tidigare beskrivet i utredningen, inga gränsvärden för zink i sediment. Däremot finns det för biotillgänglig koncentration i vattenfas vilket är 1,1 µg/l som årsmedelvärde för Östersjön (bilaga 5 i Havs- och vattenmyndigheten, 2019).

Zink är klassad till måttlig status i VISS utifrån uppmätta halter i vattenprover vid 34 mätillfällen under 2015 och 2017 (VISS, 2022). Medelhalten, efter korrigering av bakgrundshalten på 0,55 µg/l, resulterade i 3,51 µg/l.

Enligt tabellen över klassgränser för metaller i sediment (Naturvårdsverket, 1999) går gränsen mellan klass 3 och klass 4 vid 204 mg/kg torrsubstans (TS). Det antas därmed att gränsen för god status, efter korrigering av bakgrundshalt, av zink i sediment är 204 mg/kg TS.

Resultatet från provtagningen av zink runt Beckholmen visade på väldigt likartat mönster som för koppar. Samma åtta lokaler (av totalt 11) hade halter över gränsvärdet. Även inom samma lokal var mönstret för de två metallerna nästan identiska med högre halter i de översta sedimentlagren (se Tabell 6). Medelhalten var 738 mg/kg TS vilket motsvarar klass 5 (den sämsta klassen) enligt Naturvårdsverkets klassgränser (Naturvårdsverket, 1999) och är långt över 204 mg/kg TS som anses kunna vara en gräns för god status. Den maximalt uppmätta halten 3 130 mg/kg TS erhöles, precis som för koppar, söder om Beckholmen, på provlokal 8, i det grunda (10-20 cm) sedimentlagret. Det lägsta värdet (65,3 mg/kg TS) återfanns även det på samma ställe som det lägsta värdet för koppar, det vill säga i undersökningens djupaste provtagna sedimentdjup (100-120 cm) på provlokal 25 väster om ön (Tabell 6).

6.3 Krom

Krom är inte klassat för vattenförekomsten Strömmen.

Precis som för zink finns det inga bedömningsgrunder för krom i sediment så jämförelse har återigen utförts med Naturvårdsverkets klassgränser för metaller (Naturvårdsverket, 1999). Enligt tabellen för krom går gränsen mellan klass 3 och klass 4 vid 60 mg/kg torrsubstans (TS). Det antas därmed att gränsen för god status, efter korrigering av bakgrundshalt, av krom i sediment är 60 mg/kg TS.

Till skillnad från koppar och zink, som hade nästan identiskt föroreningsmönster, överskreds gränsvärdet för krom enbart på fem av 11 lokaler (Tabell 6). En av dessa lokaler, nummer 31, hade dessutom god status för koppar och zink, samtidigt som gränsvärdet för krom överskreds. Medelhalten var 75 mg/kg TS vilket motsvarar nedre gränsen för klass 5 (gränsen mellan klass 4 och 5 är 72 mg/kg TS) och överskrider ordentligt värdet 60 mg/kg TS som anses kunna vara en gräns för god status. Den maximalt uppmätta halten 467 mg/kg TS erhöles, precis som för koppar och zink, söder om Beckholmen, på provlokal 8, i det grunda (10-20 cm) sedimentlagret. Det lägsta värdet (30,6 mg/kg TS) återfanns även det på samma ställe som det lägsta värdet för koppar och zink, det vill säga i undersökningens djupaste provtagna sedimentdjup (100-120 cm) på provlokal 25 väster om ön (Tabell 6).

6.4 Arsenik

Arsenik är inte heller, precis som krom, klassat för vattenförekomsten Strömmen.

Återigen finns det heller inga bedömningsgrunder för halter av arsenik i sediment utan utvärdering av sedimentprovtagningen har fått utföras med värden och klassgränser i Naturvårdsverkets rapport (Naturvårdsverket, 1999). Enligt klassificeringssystemet för arsenik går gränsen mellan klass 3 och klass 4 vid 28 mg/kg torrsubstans (TS). Det antas därmed att gränsen för god status, efter korrigering av bakgrundshalt, av arsenik i sediment är 28 mg/kg TS.

Alla 26 analyserade prover, på de 11 lokalerna, uppvisade god status för arsenik i sediment (Tabell 6). Medelhalten var 10,4 mg/kg TS vilket har god marginal till gränsvärdet 28 mg/kg TS. Det högsta värdet var precis på gränsen till god status (det vill säga 28 mg/kg TS) och uppmättes

i det grunda sedimentet på lokal 21 nordväst om Beckholmen. Den absolut lägsta halten, 3,07 mg/kg TS, uppmättes på exakt samma provpunkt, där de lägsta halterna påträffades för de andra tre SFÄ-metallerna, det vill säga i sedimentundersökningens absolut djupaste provtagningsintervall (100-120 cm) på provlokal 25 (Tabell 6).

7. Prioriterade ämnen – resultat

7.1 Metaller

Ett antal metaller är inte klassade som SFÅ utan ingår i stället i klassificeringen av kemisk status. Dessa metaller återfinns i bilaga 6 till HVMFS 2019:25 (Havs- och vattenmyndigheten, 2019). Tre metaller är klassade för vattenförekomsten Strömmen: Bly och blyföreningar, kadmium och kadmiumföreningar samt kvicksilver och kvicksilverföreningar. Ingen av dessa uppnår god kemisk status. I detta projekt har analyser utförts i sediment runt Beckholmen för dessa metaller samt en ytterligare som inte är klassad i VISS idag, det vill säga nickel och nickelföreningar.

Av dessa fyra metaller finns det bara bedömningsgrunder i sediment för bly och kadmium. För att ändå kunna resonera kring gränsvärden för kvicksilver och nickel används återigen, precis som för SFÅ-metallerna zink, arsenik och krom, klassningssystemet för halter i sediment som presenteras i Naturvårdsverkets rapport "Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Kust och hav" från 1999 (Naturvårdsverket, 1999). För mer detaljerad information om val av gränsvärde för att anses vara god status, se avsnitt 5.

I avsnitt 5, Figur 9, presenteras lokalisering och numrering av provpunkter som analyserats för metaller.

7.1.1 Bly och blyföreningar

Gränsvärdet för bly i sediment är 120 mg/kg torrs substans (TS) (bilaga 6 – Havs- och vattenmyndigheten, 2019).

Bedömningen i VISS bygger på uppmätt halt bly i sediment under åren 2009 till 2016 vid 42 provlokaler. På 40 av dessa 42 provlokaler överskreds gränsvärdet. Medelhalten (korrigerad för bakgrundshalt på 20 mg/kg TS) var 643,9 mg/kg TS. Maximal- och minimumhalt var 1880 respektive 14 mg/kg TS.

Resultatet från sedimentprovtagningen runt Beckholmen visade halter över gränsvärdet på åtta av de 11 undersökta lokalerna. Medelhalten, korrigerad för bakgrundshalt (20 mg/kg TS enligt VISS) var 639 mg/kg TS, det vill säga väldigt nära medelvärdet som presenteras i VISS från undersökningar utförda mellan åren 2009-2016. Den maximalt uppmätta halten 7 200 mg/kg TS erhöles nordöst om Beckholmen, på provlokal 3, i det grunda (2-10 cm) sedimentlagret. Det lägsta värdet (14,8 mg/kg TS) återfanns öster ut från Beckholmen, i ett mellandjupt sedimentlager (20-40 cm) på provlokal 5.

För en sammanställning av resultatet för blyhalter i sedimenten se Tabell 7.

Tabell 7. Sammanställning över resultatet från sedimentundersökningen för de fyra metallerna bly, kadmium, kvicksilver och nickel. Grön färg motsvarar god status enligt bedömningsgrund för bly och kadmium (Havs- och vattenmyndigheten, 2019) och gränsen mellan klass 3 och 4 enligt Naturvårdsverkets klassning för kvicksilver och nickel (Naturvårdsverket, 1999). Röd färg motsvarar alla halter som överskrider dessa gränsvärden. Fetmarkerade siffror motsvarar den högsta och den lägsta uppmätta halten av metallen i undersökningen. Enheten för alla värden är mg/kg torrvikt.

Läge	Provpunkt	Sedimentdjup (cm)	Bly	Kadmium	Kvicksilver	Nickel
Nordöst	2	30-40	15,8	0,188	<0,20	24,3
		40-50	19,7	0,308	<0,20	37,4
Nordöst	3	2-10	7200	2,74	9,05	23,7
		10-20	235	0,24	<0,20	30,3
		40-60	20,3	0,19	<0,20	31,6
Öst	5	10-20	20,4	0,27	<0,20	32,8
		20-40	14,8	0,172	<0,20	30,4
		40-60	17,3	0,159	<0,20	36,7
Syd	8	10-20	722	27,5	24,5	151
		40-43	1020	6,81	22,6	51,6
Syd	9	20-40	708	20,5	24,1	86,4
		40-54	652	5,86	13,5	51,8
Väst	14	0-2	251	3,72	3,43	28,4
		40-60	242	0,33	2,14	21,4
		60-67	232	0,25	1,22	22
Väst	25	2-10	367	2,47	14,8	25,3
		20-40	847	1,67	12,5	26,8
		100-120	15,2	<0,10	<0,20	20,2
Väst	27	40-60	270	0,425	3,69	26,9
		60-80	124	0,241	1,49	28,5
Väst	31	20-40	97,4	0,306	1,09	40,4
		40-60	27,4	0,226	<0,20	54,7
Nordväst	19	0-10	1470	4,28	7,96	35
Nordväst	21	10-20	2470	2,91	21,9	42,9
		20-40	51	0,227	0,562	31,3
		40-52	19,5	0,313	<0,20	37,5

7.1.2 Kadmium och kadmiumföreningar

Gränsvärdet för kadmium i sediment är 2,3 mg/kg torrsustans (TS) (bilaga 6 – Havs- och vattenmyndigheten, 2019).

Bedömningen i VISS bygger på uppmätt halt kadmium i sediment under åren 2010 till 2016 vid 33 provlokaler. På 22 av dessa 33 provlokaler överskreds gränsvärdet. Medelhalten (korrigerad för bakgrundshalt på 0,37 mg/kg TS) var 3,55 mg/kg TS. Maximal- och minimumhalt var 8,93 respektive 0,02 mg/kg TS.

Resultatet från sedimentprovtagningen runt Beckholmen visade halter över gränsvärdet på sju av de 11 undersökta lokalerna. Medelhalten, korrigerad för bakgrundshalt (0,37 mg/kg TS enligt VISS) var 2,88 mg/kg TS. Detta är ett något lägre värde jämfört med medelvärdet för undersökningarna som utfördes mellan åren 2010-2016 (VISS, 2022). Den maximalt uppmätta halten 27,5 mg/kg TS erhöles söder om Beckholmen, på provlokal 8, i det grunda (10-20 cm) sedimentlagret. Det är även i det provet som de tre SFÅ-metallerna (som inte uppnår god status) hade sina högsta uppmätta halter. Det lägsta värdet (<0,10 mg/kg TS) återfanns väster om Beckholmen, i undersökningens djupaste provtagna sedimentdjup (100-120 cm) på provlokal 25.

Även här följer kadmiumhalten mönstret för SFÄ-metallerna genom att ha sin lägsta uppmätta koncentration i det här provet.

Vid en jämförelse mellan medelvärdet och medianvärdet framkommer en skevhet i resultatet för sedimentproverna. Korrigerat mot bakgrundshalt (0,37 mg/kg TS) är medelvärdet, som nämnts ovan, 2,88 mg/kg TS. Vid omräkning till medianvärdet är motsvarande halt 0 mg/kg TS. Detta då 14 av 26 prover är lägre än bakgrundsvärdet på 0,37 mg/kg TS och därmed får värdet 0 mg/kg TS. Det som också framkommer är att det framför allt är två prover som bidrar till det höga medelvärdet, det vill säga de grunda sedimentproverna från lokal 8 och 9 söder om Beckholmen. Utan dessa två prover skulle medelvärdet för kadmium vara 1,15 mg/kg TS vilket är precis hälften av gränsvärdet för god kemisk status (2,3 mg/kg TS).

För en sammanställning av resultatet för kadmiumhalter i sedimenten se Tabell 7.

7.1.3 Kvicksilver och kvicksilverföreningar

I bedömningsgrunderna (Havs- och vattenmyndigheten, 2019) finns det som tidigare nämnts inga gränsvärden för kvicksilver i sediment. Däremot finns det för biota (fisk) vilket är 20 µg/kg våtvikt (bilaga 6 i Havs- och vattenmyndigheten, 2019).

Kvicksilver uppnår ej god kemisk status i VISS vilket har bedömts utifrån två olika undersökningar. Den ena är en bedömning från Vattenmyndigheten som gäller hela Sverige och beror på långväga luftburen diffus belastning. Inte något vatten i Sverige anses uppnå god status bara utifrån denna diffusa belastning. Utöver det har en ytterligare bedömning utförts för just vattenförekomsten Strömmen utifrån halter av kvicksilver i abborre. Data kommer från tre olika tillfällen mellan åren 2016 och 2017 och resulterade i 200 µg/kg våtvikt – ett värde som är tio gånger högre än gränsvärdet.

Enligt tabellen över klassgränser för metaller i sediment (Naturvårdsverket, 1999) går gränsen mellan klass 3 och klass 4 för kvicksilver vid 0,4 mg/kg torrsubstans (TS). Det antas därmed att gränsen för god status, efter korrigering av bakgrundshalt, av kvicksilver i sediment är 0,4 mg/kg TS.

Resultatet från provtagningen av kvicksilver runt Beckholmen visade på väldigt kontaminerade sediment. Endast två av 11 undersökta lokaler innehöll sediment som hade halter under gränsvärdet. Medelhalten var 10,3 mg/kg TS vilket motsvarar klass 5 (den sämsta klassen) enligt Naturvårdsverkets klassgränser (Naturvårdsverket, 1999) och är långt över 0,4 mg/kg TS som anses kunna vara en gräns för god status. Den maximalt uppmätta halten 24,5 mg/kg TS erhöles, precis som för SFÄ-metallerna och kadmium, söder om Beckholmen, på provlokal 8, i det grunda (10-20 cm) sedimentlagret. Det lägsta värdet (<0,20 mg/kg TS) återfanns på sex olika lokaler – antingen på alla sedimentdjup (lokal 2 och 5) eller i de djupare sedimentproverna (lokal 3, 21, 25 och 31).

För en sammanställning av resultatet för kvicksilverhalter i sedimenten se Tabell 7.

7.1.4 Nickel och nickelföreningar

Nickel är inte klassat för vattenförekomsten Strömmen.

Precis som för kvicksilver finns det inga bedömningsgrunder för nickel i sediment så jämförelse har återigen utförts med Naturvårdsverkets klassgränser för metaller (Naturvårdsverket, 1999). Enligt tabellen för nickel går gränsen mellan klass 3 och klass 4 vid 66 mg/kg torrsubstans (TS). Det antas därmed att gränsen för god status, efter korrigering av bakgrundshalt, av nickel i sediment är 66 mg/kg TS.

Till skillnad från de tidigare prioriterade metallerna bly, kadmium och kvicksilver – vars gränsvärden överskreds på mellan 7-9 av de undersökta 11 lokalerna – överskreds gränsvärdet för nickel endast på två, lokal 8 och 9 söder om Beckholmen (Tabell 7). Medelhalten var 39,6 mg/kg TS vilket motsvarar klass 2 samt har god marginal till gränsvärdet 66 mg/kg TS (Naturvårdsverket, 1999). Den maximalt uppmätta halten 151 mg/kg TS erhöles, precis som för SFÄ-metallerna samt de prioriterade metallerna kadmium och kvicksilver, söder om Beckholmen, på provlokal 8, i det grunda (10-20 cm) sedimentlagret. Det lägsta värdet (20,2 mg/kg TS)

återfanns även det på samma ställe som det lägsta värdet för de flesta undersökta metallerna, det vill säga i undersökningens djupaste provtagna sedimentdjup (100-120 cm) på provlokal 25 väster om ön (Tabell 7).

7.2 Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)

I sedimentundersökningen utförd år 2022 undersöktes fyra lokaler med avseende på PAH:er. För att få en lite mer heltäckande bild har resultat från sex sydligare provpunkter, som provtogs 2010, kompletterats med dessa nyare, nordliga prover (Figur 10).



Figur 10. De fyra och de sex provpunkternas placering från sedimentundersökningen år 2022 respektive år 2010. På alla stationerna analyserades sexton olika polycykliska aromatiska kolväten (PAH:er). Sju av dessa är klassade som prioriterade ämnen (antracen fluoranten, naftalen, bens(b)fluoranten, bens(k)fluoranten, bens(a)pyren och bens(g,h,i)perylene) och redogörs för i detta PM. Bakgrundsbild: Lantmäteriet ©

7.2.1 Antracen

Gränsvärdet för antracen i sediment är 0,024 mg/kg torrsustans (ts) (bilaga 6 – Havs- och vattenmyndigheten, 2019).

Bedömningen i VISS bygger på uppmätt halt antracen i sediment under åren 2013 till 2016 vid 31 provlokaler. På 30 av dessa 31 provlokaler överskreds gränsvärdet. Medelhalten var 0,310 mg/kg TS.

Resultatet från sedimentprovtagningen runt Beckholmen visade halter över gränsvärdet på alla tio undersökta lokaler. Medelhalten var 2,22 mg/kg TS, det vill säga drygt sju gånger högre än medelvärdet presenterat i VISS. Den maximalt uppmätta halten, 12,17 mg/kg TS, erhöles i undersökningen från 2010, i det ytligaste sedimentlagret (0-2 cm), sydöst om Beckholmen på provlokal 30. Det lägsta värdet (<0,004 mg/kg TS) återfanns i undersökningen från 2022, nordost om Beckholmen, i det djupaste (40-60 cm) sedimentlagret på lokal 3.

För en sammanställning av resultatet för antracen i sedimenten se Tabell 8.

Tabell 8. Sammanställning över resultaten från de två sedimentundersökningarna (2010 och 2022) för de sju polycykliska aromatiska kolvätena antracen, fluoranten, naftalen, bens(b)fluoranten, bens(k)fluoranten, bens(a)pyren och bens(g,h,i)perylene. Grön färg motsvarar god status enligt bedömningsgrund för antracen och fluoranten (Havs- och vattenmyndigheten, 2019) och gränsen mellan klass 2 och 3 enligt SGU:s klassning av polycykliska aromatiska kolvätena i sediment (SGU, 2017). Gul färg motsvarar gränsen mellan klass 3 och 4 från samma klassificeringssystem (SGU, 2017). Röd färg motsvarar alla halter som överskrider dessa gränsvärden. Fetmarkerade siffror motsvarar den högsta och den lägsta uppmätta halten av ämnet. Enheten för alla värden är mg/kg torrsvikt.

Läge	År	Prov- punkt	Vatten- djup (m)	Sediment- djup (cm)	Antracen	Fluoranten	Naftalen	Bens(b)fluoranten	Bens(k)fluoranten	Bens(a)pyren	Bens(g,h,i)perylene
Nordöst	2022	3	3,7	2-10	2,87	18,8	2,16	12	3,44	9	5,95
				10-20	0,661	2,72	0,295	1,54	0,46	1,22	0,655
				40-60	<0,004	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
öst	2010	26	10,6	0-2	1,31	7,07	0,53	5,05	1,51	3,84	2,32
Sydöst	2010	30	16,8	0-2	12,17	26,36	2,23	13,18	4,56	9,63	5,37
Syd	2010	34	10,8	0-2	3,93	14,11	0,56	12,09	2,42	7,56	5,04
Sydväst	2010	37	28,2	0-2	0,49	2,36	0,49	2,56	0,66	1,44	1,23
Sydväst	2010	38	13,1	0-2	0,58	2,4	0,54	2,7	1,8	1,2	0,87
Sydväst	2010	43	16,5	0-2	3,52	31,15	1,81	23,11	5,73	16,08	9,14
Väst	2022	14	16	0-2	0,577	3,35	0,288	2,99	1,04	2,17	1,48
				40-60	1,11	5,85	0,592	3,72	1,26	2,71	1,64
				60-67	0,382	1,39	0,163	0,826	0,308	0,701	0,366
Väst	2022	25	12,6	2-10	0,732	11,5	0,309	6,35	1,8	4,44	3,26
				20-40	4,18	28,6	1,9	18	5,05	14	10,1
				100-120	0,0098	0,038	0,014	0,022	<0,01	0,013	0,0112
Nordväst	2022	19	7,6	0-10	3,04	16,2	5,15	9,59	3,46	7,46	6,24

7.2.2 Fluoranten

Gränsvärdet för fluoranten i sediment är 2,0 mg/kg torrsustans (TS) (bilaga 6 – Havs- och vattenmyndigheten, 2019).

Bedömningen i VISS bygger på uppmätt halt fluoranten i sediment under åren 2011 till 2016 vid 32 provlokaler. På 9 av dessa 32 provlokaler överskreds gränsvärdet. Medelhalten var 1,78 mg/kg TS. Uppmätt maximal- och minimum halt var 8,62 respektive 0,025 mg/kg TS.

Resultatet från sedimentprovtagningen runt Beckholmen visade halter över gränsvärdet på alla undersökta lokaler. Medelhalten var 10,74 mg/kg TS, det vill säga drygt sex gånger högre än medelvärdet presenterat i VISS. Den maximalt uppmätta halten, 31,15 mg/kg TS, erhöles i undersökningen från 2010, det ytligaste sedimentlagret (0-2 cm), sydväst om Beckholmen på provlokal 43. Det lägsta värdet (<0,01 mg/kg TS) återfanns i undersökningen från 2022 nordost om Beckholmen, i det djupaste (40-60 cm) sedimentlagret på lokal 3.

För en sammanställning av resultatet för fluoranten i sedimenten se Tabell 8.

7.2.3 Naftalen

Naftalen är inte klassat för vattenförekomsten Strömmen.

Det finns som beskrivits tidigare heller inga bedömningsgrunder för naftalen i sediment så jämförelse har utförts med SGU:s klassgränser för polycykliska aromatiska kolvätena i sediment (SGU, 2017). Enligt tabellen för naftalen går gränsen mellan klass 2 och klass 3 vid <0,0049 mg/kg torrsustans (TS). Det antas därmed att gränsen för god status för naftalen i sediment är <0,0049 mg/kg TS.

Resultatet från sedimentprovtagningen runt Beckholmen visade halter över gränsvärdet på alla tio undersökta lokalerna. Medelhalten var 1,07 mg/kg TS vilket motsvarar mer än 200 gånger högre halt än gränsen för god status. Den maximalt uppmätta halten, 5,15 mg/kg TS, erhöles från undersökningen år 2022, nordväst om Beckholmen, på provlokal 19 i det grunda sedimentet (0-10 cm). Detekteringsgränsen vid analys av naftalen har inte varit på en sådan detaljerad nivå så att det har gått att visa på huruvida något prov av naftalen uppvisat god status. Gränsen för god status är <0,0049 mg/kg TS och detektionsgränsen i aktuell analys har varit <0,01 mg/kg TS. I tabellen har dock detta värde fått grön symbol då det inte kan uteslutas att det även är lägre än <0,0049 mg/kg TS (se Tabell 8). Precis som för antracen och fluoranten återfanns denna lägst noterade halt i undersökningen från 2022, nordost om Beckholmen, i det djupaste (40-60 cm)

sedimentlagret på lokal 3. Ytterligare ett prov från år 2022, på lokal 25 väster om Beckholmen, i det djupaste sedimentlagret, hade relativt låg halt av naftalen och då värdet inte överskred gränsen mellan klass 3 och 4 (0,019 mg/kg TS) i SGU:s klassificeringssystem (SGU, 2017) så noteras den som gul i Tabell 8.

7.2.4 Bens(b)fluoranten

Bens(b)fluoranten är inte klassat för vattenförekomsten Strömmen.

Det finns som beskrivits tidigare heller inga bedömningsgrunder för bens(b)fluoranten i sediment så jämförelse har återigen utförts med SGU:s klassgränser för polycykliska aromatiska kolvätena i sediment (SGU, 2017). Enligt tabellen för bens(b)fluoranten går gränsen mellan klass 2 och klass 3 vid 0,069 mg/kg torrsustans (TS). Det antas därmed att gränsen för god status för bens(b)fluoranten i sediment är 0,069 mg/kg TS.

Resultatet från sedimentprovtagningen runt Beckholmen visade halter över gränsvärdet på alla undersökta lokaler. Medelhalten var 7,11 mg/kg TS vilket motsvarar 100 gånger högre halt än gränsen för god status. Den maximalt uppmätta halten, 23,11 mg/kg TS, erhöles, precis som för fluoranten, år 2010 sydväst om Beckholmen, på provlokal 43, i det grunda sedimentlagret (0-2 cm). Det lägsta värdet (<0,01 mg/kg TS) återfanns i undersökningen från 2022, nordost om Beckholmen, i det djupaste (40-60 cm) sedimentlagret på lokal 3. Det vill säga i det sedimentprovet som uppvisade lägst halt av alla olika PAH:er som analyserats (Tabell 8).

7.2.5 Bens(k)fluoranten

Bens(k)fluoranten är inte klassat för vattenförekomsten Strömmen.

Det finns som beskrivits tidigare heller inga bedömningsgrunder för bens(k)fluoranten i sediment så jämförelse har återigen utförts med SGU:s klassgränser för polycykliska aromatiska kolvätena i sediment (SGU, 2017). Enligt tabellen för bens(k)fluoranten går gränsen mellan klass 2 och klass 3 vid 0,028 mg/kg torrsustans (TS). Det antas därmed att gränsen för god status för bens(k)fluoranten i sediment är 0,028 mg/kg TS.

Resultatet från sedimentprovtagningen runt Beckholmen visade halter över gränsvärdet på alla tio undersökta lokalerna. Medelhalten var 2,09 mg/kg TS vilket motsvarar drygt 70 gånger högre halt än gränsen för god status. Den maximalt uppmätta halten, 5,73 mg/kg TS, erhöles, precis som för fluoranten och bens(b)fluoranten, i undersökningen från 2010, det ytligaste sedimentlagret (0-2 cm), sydväst om Beckholmen på provlokal 43. Det lägsta värdet (<0,01 mg/kg TS) återfanns i undersökningen från 2022, nordost om Beckholmen, i det djupaste (40-60 cm) sedimentlagret på lokal 3. Det vill säga i det sedimentprovet som uppvisade lägst halt av alla olika PAH:er som analyserades (se Tabell 8). Samma låga värde återfanns även på lokal 25, väster om Beckholmen, i undersökningens djupaste sedimentprov (100-120 cm) från 2022.

7.2.6 Bens(a)pyren

Bens(a)pyren är inte klassat för vattenförekomsten Strömmen.

Det finns som beskrivits tidigare heller inga bedömningsgrunder för bens(a)pyren i sediment så jämförelse har återigen utförts med SGU:s klassgränser för polycykliska aromatiska kolvätena i sediment (SGU, 2017). Enligt tabellen för bens(a)pyren går gränsen mellan klass 2 och klass 3 vid 0,031 mg/kg torrsustans (TS). Det antas därmed att gränsen för god status för bens(a)pyren i sediment är 0,031 mg/kg TS.

Resultatet från sedimentprovtagningen runt Beckholmen visade halter över gränsvärdet på alla tio undersökta lokaler. Medelhalten var 5,09 mg/kg TS vilket motsvarar drygt 160 gånger högre halt än gränsen för god status. Den maximalt uppmätta halten, 16,08 mg/kg TS, erhöles, precis som för fluoranten, bens(b)fluoranten och bens(k)fluoranten, i undersökningen från 2010, det ytligaste sedimentlagret (0-2 cm), sydväst om Beckholmen på provlokal 43. Det lägsta värdet (<0,01 mg/kg TS) återfanns nordost om Beckholmen, i det djupaste (40-60 cm) sedimentlagret på lokal 3. Det vill säga i det sedimentprovet som uppvisade lägst halt av alla olika PAH:er som analyserats (Tabell 8).

7.2.7 Bens(g,h,i)perylene

Bens(g,h,i)perylene är inte klassat för vattenförekomsten Strömmen.

Det finns som beskrivits tidigare heller inga bedömningsgrunder för bens(g,h,i)perylene i sediment så jämförelse har återigen utförts med SGU:s klassgränser för polycykliska aromatiska kolvätena i sediment (SGU, 2017). Enligt tabellen för bens(g,h,i)perylene går gränsen mellan klass 2 och klass 3 vid 0,062 mg/kg torrsubstans (TS). Det antas därmed att gränsen för god status för bens(a)pyren i sediment är 0,062 mg/kg TS.

Resultatet från sedimentprovtagningen runt Beckholmen visade halter över gränsvärdet på undersökta lokaler. Medelhalten var 3,36 mg/kg TS vilket motsvarar drygt 50 gånger högre halt än gränsen för god status. Den maximalt uppmätta halten, 10,1 mg/kg TS, erhöles i undersökningen från 2022, väster om Beckholmen, på provlokal 25, i det mellersta sedimentlagret (20-40 cm). Det lägsta värdet (<0,01 mg/kg TS) återfanns nordost om Beckholmen, i det djupaste (40-60 cm) sedimentlagret på lokal 3. Det vill säga i det sedimentprovet som uppvisade lägst halt av alla olika PAH:er som analyserats (Tabell 8).

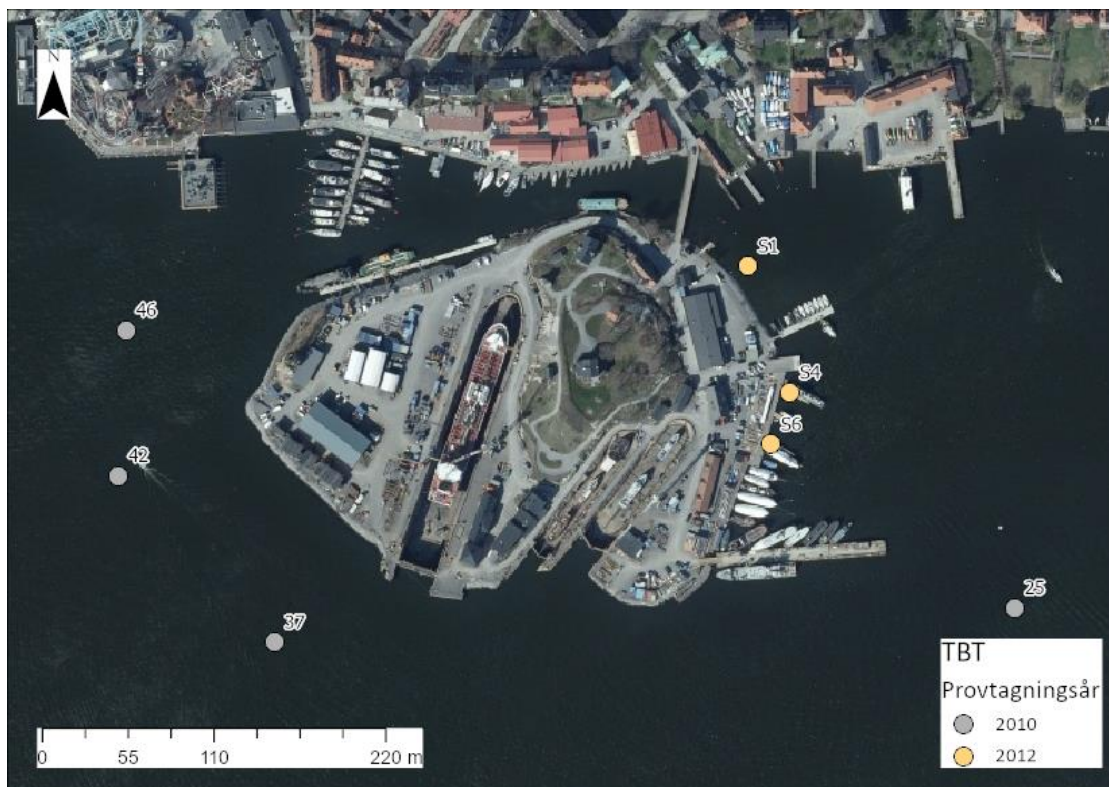
7.3 Tributyltenn föreningar (TBT)

Gränsvärdet för tributyltennföreningar (TBT) i sediment är 1,6 µg/kg torrsubstans (TS) (bilaga 6 – Havs- och vattenmyndigheten, 2019).

Bedömningen i VISS bygger på uppmätt halt TBT i sediment under åren 2009 till 2016 vid 30 provlokaler. Gränsvärdet överskreds på alla 30 lokaler. Medelhalten var 291,6 µg/kg TS. Uppmätt maximal- och minimum halt var 2 257,8 respektive 25,1 µg/kg TS.

Det är därmed konstaterat att det är väldigt höga halter av TBT i vattenförekomsten Strömmen. Tidigare undersökningar i olika projekt i och runt Beckholmen visar samma mönster och sedimentproverna som togs i och med aktuellt projekt analyserades inte med avseende på detta ämne.

För att ändå visa på vilka halter som uppmäts tidigare runt just Beckholmen har data från två undersökningar, utförda 2010 och 2012 på sammanlagt sju lokaler, sammanställts. I Figur 11 visas provpunkternas placering runt Beckholmen.



Figur 11 De fyra och de tre provpunkternas placering från sedimentundersökningen år 2010 respektive år 2012.

Bakgrundsbild: Lantmäteriet ©

Resultatet visade halter över gränsvärdet i alla undersökta lokaler. Medelhalten var 452 µg/kg TS och uppmätt maximal- och minimum halt 890 respektive 68 µg/kg TS. Denna undersökning visade alltså ett högre medelvärde och minimumvärde, men ett längre maximalt värde, än vad som presenteras i VISS (890 jämfört med 2 258 µg/kg TS).

Den maximalt uppmätta halten erhöles öster om Beckholmen, på provlokal S4 som också var den grundaste lokalen av de sju. Det lägsta värdet uppmättes i provet från S1 som också låg ganska grunt (3,5 meter) men som däremot var det enda provet av de sju som inte innehöll material direkt från ytan utan lite djupare ner i sedimentet (2-10 cm).

För en sammanställning av resultatet för TBT i sedimenten se Tabell 9.

Tabell 9. Sammanställning över resultatet från sedimentundersökningen för tributyltennföreningar (TBT). Röd färg motsvarar halter som överskrider gränsvärdet (1,6 µg/kg torrs substans) i sediment enligt bedömningsgrunderna (Havs- och vattenmyndigheten, 2019). Fetmarkerade siffror motsvarar den högsta och den lägsta uppmätta halten av TBT i undersökningarna. Enheten för alla värden är µg/kg torrs substans.

Läge	År	Provpunkt	Vattendjup (m)	Sedimentdjup (cm)	TBT
Nordöst	2012	S1	3,5	2-10	68
Öst	2012	S4	1,7	0-2	890
Sydöst	2012	S6	4,1	0-20	880
Sydöst	2010	25	21,8	0-2	327
Sydväst	2010	37	28,2	0-2	338
Väst	2010	42	23,4	0-2	336
Nordväst	2010	46	17,8	0-2	325

8. Sedimentföroreningar i Saltsjön

Vattenförekomsten Strömmen omfattar inre delarna av Saltsjön. Flera provtagningar av området runt Beckholmen har utretts 2010 till 2012 och under 2023. En sammanställning av resultaten ifrån dessa provtagningar finns i rapport Riskbedömning och åtgärdsutredning för mark- och sedimentföroreningar (Sweco, 2024).

Analyserna i sedimentutredningen som utfördes 2010 och 2012 (av JP Sedimentkonsult HB) visade på att kadmium, koppar, kvicksilver, bly och zink samt krom i samtliga punkter hade stor (klass 4) eller mycket stor (klass 5) avvikelse från referensförhållandena i Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Kust och Hav (Rapport 4914). Analysresultaten visade också mycket tydliga haltförhöjningar in emot Beckholmen ut till 0,5 till 1 km från Beckholmen där halterna planade ut och nådde lokala bakgrundsnivåer (JP Sedimentkonsult HB, 2010). I undersökningen drogs slutsatsen att Beckholmen stod för en stor del av metallföroreningar och PAH-föroreningarna i området.

Under maj 2023 genomfördes ytterligare sedimentundersökningar i Saltsjön, med det övergripande syftet att få ett helhetsgrepp om föroreningsspridningen från Beckholmen, och tydliggöra spridningen från Beckholmen. Halterna av flera av de metaller (kvicksilver, kadmium, arsenik, bly) i ytsedimenten var väldigt höga, speciellt nära Beckholmen. Vid östra Beckholmen finns ett område med tydligt höga halter till följd av transport av sedimenten. Detta indikerar att det även idag sker en betydande transport av bland annat metaller från sediment som ligger nära Beckholmen till botten som ligger längre bort, vilket är i överensstämmelse med de slutsatser som drogs i utredningen som utfördes 2010.

9. Förstudie till LÅP för Strömmen

Ett nytt lokalt åtgärdsprogram håller på att tas fram för vattenförekomsten Strömmen. Tyréns har, på uppdrag av Stockholms stad, Lidingö stad, Solna stad, Danderyds kommun och Nacka kommun genom Miljöförvaltningen i Stockholm stad, tagit fram förstudier som underlag till lokala åtgärdsprogram för Strömmen och Lilla Värtan. Underlagen består av nedanstående fyra rapporter:

- Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Strömmen och Lilla Värtan – Näringsämnen och miljögifter, delrapport 1, 2022-10-18.
- Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Strömmen och Lilla Värtan – Fysisk påverkan och akvatiska livsmiljöer, delrapport 1, 2022-12-09
- Underlag till lokalt åtgärdsprogram för näringsämnen och miljögifter i Strömmen och Lilla Värtan, delrapport 2, 2023-06-30
- Underlag till lokalt åtgärdsprogram för akvatiska livsmiljöer i Strömmen och Lilla Värtan – förslag till åtgärder, delrapport 2, 2023-06-30

Tyréns bedömning av statusen för kvalitetsfaktorerna särskilda förorenande ämnen och prioriterade ämnen stämmer överens med vattenmyndighetens bedömning i VISS (Tyréns, 2022). Undantaget är krom (SFÅ), som av Tyréns klassas till god (ej klassad i VISS), och nickel, som av Tyréns klassas till god (ej klassad i VISS).

I förstudien bedöms de främsta föroreningskällorna till Strömmen vara urban markanvändning, transporter och infrastruktur, sjöfart, avloppsreningsverk, förorenade områden (mark och sediment) samt andra betydande punktkällor, där Beckholmen som förorenat område pekas ut som en källa med stor risk (Tyréns, 2022) och ett prioriterat förorenade områden i Stockholm (Tyréns, 2023). En minskad spridning av föroreningar från sediment bedöms i förstudien vara av betydelse för att följa god kemisk och ekologisk status för Strömmen (Tyréns, 2023).

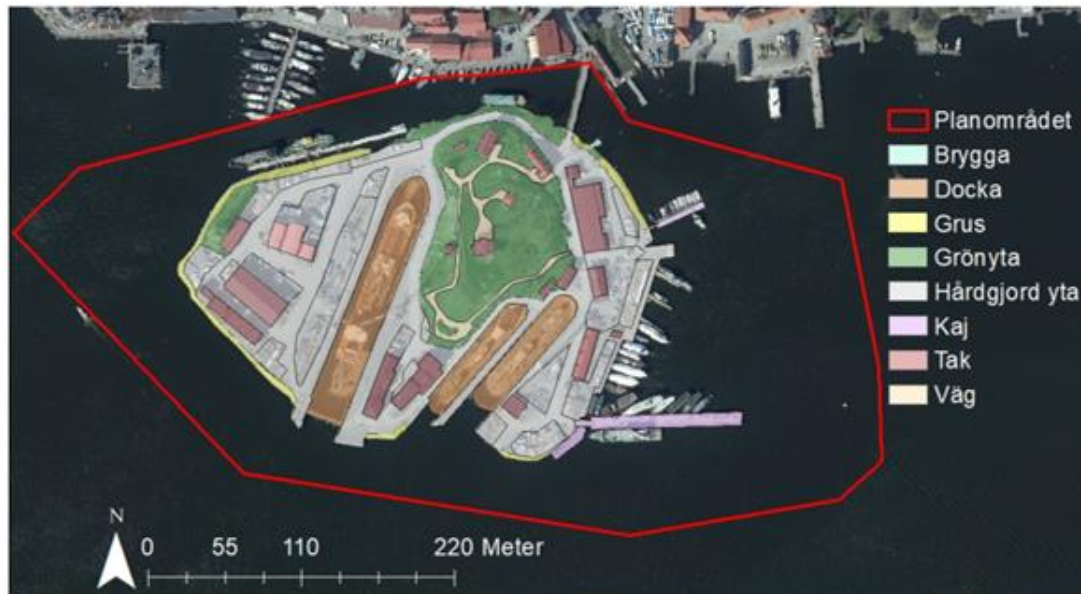
Exempel på verksamheter som pekas ut som risk att sprida föroreningar är läckage från förorenade områden, verksamheter som båtklubbar och småbåtshamnar, färg från fritidsbåtar och fartygsrörelser som orsakar strand- och bottenerosion (Tyréns, 2022).

Möjliga åtgärder som föreslås för att förbättra statusen i vattenförekomsten är erosionsskydd för att minska föroreningstransport längs stränder och bottnar, begränsande av läckage från förorenade områden, tillsyn och krav vid båtklubbar, båtuppställningsplatser och småbåtshamnar (inklusive varv och marinor) och vid tillståndspliktiga hamnar och övriga verksamheter med potentiell påverkan (inklusive Stockholms reparationsvarv). Även krav och reglering inom fysisk planering och tillståndprocesser lyfts i förstudien.

10. Dagvatten

Efter att marksanering genomförts 2012 asfalterades samtliga varvsytor och ett nytt ledningsnät för dagvatten anlades inom området på ön. Befintligt dagvattenledningsnät, som anlades 2013, avleder vatten från hårdgjorda ytor som via filterbrunnar släpps ut i Strömmen (Sweco, 2024). Planområdets befintliga markanvändning framgår av Figur 12.

Det har bedömts finnas åtta mindre avrinningsområden inom planområdet samt andra områden som alla avleds till recipienten Saltsjön. Filterbrunnar som idag används är avsedda för den verksamhet som bedrivs på Beckholmen och bedöms vara underdimensionerade. Det innebär att det i nuläget kan antas ske en viss transport av föroreningar via dagvatten, dock inte är av samma storlek som innan saneringen.



Figur 12. Planområde med befintlig markanvändning. Bakgrund: Ortofoto från Lantmäteriets visningstjänst.

Inom processen med detaljplanen har ett förslag till systemlösning för dagvattenhantering tagits fram (Sweco, 2024). Om förslaget implementeras förväntas föroreningsbelastningen minska, som en följd av att en större andel dagvatten renas i filterbrunnarna genom fördröjning och långsam avtappning från avsättningsmagasinen. I förslagen systemlösning föreslås underjordiska, täta magasin för att jämna ut belastningen på filterbrunnarna, vilket bedöms öka andelen dagvatten som renas. Vidare planeras en förstärkning av filterbrunnarna för att klara ett högre flöde samt installation av nya filter som är mer lämpade för verksamheten. Vidare kommer byte av filter i filterbrunnarna enligt tillverkarens instruktioner vara centralt för att uppnå en högre reningseffekt av särskilda förorenande ämnen, varav en översyn av nuvarande skötselprogram rekommenderas.

Då Beckholmen ligger i direkt anslutning till recipient i alla riktningar, samt att så gott som hela ytan är hårdgjord, är valet av möjliga dagvattenlösningar kraftigt begränsat. Vidare bedöms risken för markföroreningar fortsatt vara hög varav infiltration av dagvattnet inte rekommenderas. Som en följd kommer en så stor andel av befintligt dagvattensystem som möjligt att behållas. Utifrån de rådande förutsättningarna på platsen bedöms den systemlösning som presenteras i dagvattenutredningen vara den bästa möjliga på Beckholmen.

I dagvattenutredningen görs bedömningen att en implementering av föreslagen systemlösning för dagvattenhantering förväntas minska föroreningsbelastningen till Strömmen. Minskningen kommer som en följd av att en större andel dagvatten kommer att renas i filterbrunnarna genom att fördröjning och långsam avtappning från avsättningsmagasinen införs.

Under sommaren 2024 kommer flödesproportionerliga provtagning utföras i befintliga brunnar på Beckholmen för att få en tydligare bild av föroreningsinnehållet i befintligt dagvatten.

11. Miljöeffekter och konsekvenser av förslagna planerade åtgärder

11.1 Brygga på träpålar utmed strand och ut i vattnet på östra sidan

11.1.1 Förutsättningar

Vattendjupet varierar mellan 3,1 och 3,7 meter på provtagningslokalerna (provpunkt 2 för metaller, provpunkt 3 för metaller och PAH:er samt provpunkt S1 för TBT).

Sedimenten består av sand och/eller grus samt organiskt material i de översta lagren som övergår till gyttjelera i de djupare lagren.

Utmed hela östra sidan finns mäktiga lager (ca 1-2 meter) av förorenade sediment nära stranden, men mindre mäktiga lager längre ut. Det uppskattade föroreningsdjupet varierar mellan 0 och 36 cm (Sweco, 2024).

På provlokal 2 uppvisade alla åtta undersökta metallerna acceptabla nivåer på alla sedimentdjup (30-40 cm och 40-50 cm), medan fem av åtta metaller överskred gränsvärdena i de ytligaste sedimenten på provlokal 3 (2-10 cm). Längre ner i sedimenten (40-60 cm) på provlokal 3, var det dock acceptabla värden för alla metaller.

I detta prov (lokal 3, sedimentdjup 40-60 cm) var även de sju prioriterade PAH ämnena under gränsvärdet, vilket inte var fallet i de grundare sedimenten (2-10 cm) från samma provlokal där alla PAH:er i stället överskred sina gränsvärden.

Provpunkten för TBT som ligger närmast denna småbåtshamn (S1) uppvisade det lägsta TBT värdet av de sju undersökta proverna. Anledningen till detta relativt låga värde beror dock mer på att provet tagits en bit ner i sedimenten (2-10 cm) och inte på att sedimenten på denna plats är mindre kontaminerat av TBT jämfört med de andra undersökta provlokalerna.

11.1.2 Byggskedet – påverkan och förslag på åtgärder

Bryggan byggs med pålning, huvudsakligen utanför strandlinjen för att få tillräckligt bottendjup utan att behöva muddra, vilket undviker grumling med risk för föroreningsspridning. Innerkanten av den inre bryggan kan byggas vilande på en betongbalk som gjuts på den spont som gjutits i samband med marksaneringsarbetet.

Hela bryggan kommer byggas som en pålad träbrygga med träpålar som slå i vattnet. Vid pålning finns en liten risk för grumling med föroreningsspridning som följd. En möjlig åtgärd är att en siltgardin sätts upp runt arbetsområdet. Det finns dock risk för att grumling uppstår när siltgardinen sätts på plats och tas bort på grund av lagret förorenade sediment på botten. Denna grumling torde vara minst jämförbar med den lokala grumlingen som uppstår vid slagning av

pålar. Det bedöms därför som lämpligt att inte vidta någon särskild åtgärd då en liten lokal grumling förväntas när pålarna slås ned.

Vid sanering av området spontades en stor del av nordöstra Beckholmen för att kunna schakta bort förorenad jord under grundvattenytan. Av den anledningen finns det inte behov av ytterligare åtgärd för att förhindra utläckage av föroreningar innan en pålad träbrygga anläggs utmed stranden. Ett kontrollprogram som efterföljs vid grumlande arbeten kommer tas fram.

11.1.3 Driftskedet – påverkan och förslag på åtgärder

Vattenområdet utanför Beckholmens nordöstra sida, där de pålade bryggorna ska anläggas, är väldigt långgrunt och skiljer sig kraftigt från djupförhållandena i söder där det lutar brant neråt och är djupt redan nära stranden (Figur 13). I området finns mäktiga lager av sediment och vattendjupet inåt land är grunt. På grund av det låga vattendjupet visar beräkningar (Sweco, 2023) att det befintliga bottenmaterialet (även sprängsten) inte är stabilt när det utsätts för propellerströmmar från M/S Ballerina (<4 m). Sand och grus är stabilt när de utsätts för propellerströmmar från fritidsbåtar (150 hk och 50 hk).

Anläggandet av den pålade träbryggan utmed stranden bidrar till att angöringsplatserna närmast land flyttas lite längre ut från land än vad den befintliga flytbryggan möjliggör.

Anläggandet av en fast pålad brygga medför att påverkan av eventuella pumpeffekter med risk för uppgrumling av förorenade sediment uteblir eftersom den befintliga flytbryggan tas bort. Den relativt enkla konstruktionen med pålade bryggor bedöms inte vara ett hinder för eventuell framtida sanering av området då den utan stora kostnader kan rivas och byggas upp.

11.2 Stensatta platsgjutna kajer, flytbrygga och pålad ro-ro ramp i sydöst

11.2.1 Förutsättningar

Vattendjupet varierar mellan 6,2 och 23 meter i provtagningslokalerna (provpunkt 5, 8 och 9 för metaller, provpunkt 26 och 30 för PAH:er, samt provpunkt 25 för TBT).

Botten är brant och stenig ut till ca 10 meter från stranden. Längre ut finns organiska, bruna och svarta sediment med oljelukt ned till ca 50 centimeters sedimentdjup. Det uppskattade föroreningsdjupet varierar mellan 0 och 60 cm (Sweco, 2024).

En bit norrut från de planerade kajerna, på provlokal 5, uppvisade alla undersökta metaller acceptabla halter på alla undersökta sedimentdjup (10-20 cm, 20-40 cm och 40-60 cm). De två provlokalerna söder om planerade kajer, det vill säga provpunkt 8 och 9, uppvisade i motsats väldigt höga halter av merparten av de analyserade metallerna på alla undersökta sedimentdjup (10-20 cm samt 40-43 cm på provlokal 8, och 20-40 cm samt 40-54 cm på provlokal 9). Högst halter hade provlokal 8 i det grundare sedimentlagret där det högsta uppmätta värdet påträffades för de prioriterade ämnena kadmium, kvicksilver och nickel, samt för de särskilt förorenade ämnena koppar, zink och krom.

De provpunkter närmast området där PAH:er analyserats kommer från sedimentundersökningen från 2010 och innefattar punkt 26 (precis vid slutet av befintlig brygga) och punkt 30 och 34. Som tidigare beskrivits överskreds värden för de sju prioriterade PAH:erna praktiskt taget överallt i de två sedimentundersökningarna (2010 och 2022). Resultatet för punkten närmast området (punkt 26) sticker inte ut från medelvärdet, vilket däremot punkt 30 gör i och med att alla sju undersökta PAH:er har halter en bra bit över medelvärdet för området. Här återfinns också det högsta uppmätta värdet för antracen (12,17 mg/kg torrsvikt, vilket kan jämföras med gränsvärdet på 0,024 mg/kg torrsvikt). Även punkt nummer 34 har något högre värden jämfört med medelvärdet för området även om det inte är lika höga halter som påträffats i provlokal 30.

Den närmaste provpunkten för analys av TBT är provpunkt 25 från sedimentundersökningen år 2010 (Figur 11). Värdet sticker inte ut från andra halter uppmätta runt Beckholmen eller i

Strömmen trots att den är 200 gånger högre än gränsvärdet (327 µg/kg torrsubstans jämfört med gränsvärdet 1,6 µg/kg torrsubstans).

11.2.2 Byggskedet – påverkan och förslag på åtgärder

Området där åtgärderna planeras att anläggas har en brant bottenlutning (Figur 13) och består delvis av sprängsten och delvis av sand och grus. Sannolikt innehåller detta substrat en förhållandevis liten mängd förorenat sediment. Grumling undviks vid borrning av pålar för ro-ro-ramp då de jordmassor som borrar igenom spolas 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 spolas upp används en borrkrona som endast spolar upp material i samma mängd som påldimensionen. Om möjligt utförs arbeten även innanför siltgardin.

Anläggande av de platsgjutna kajerna förväntas eventuellt endast medföra liten lokal grumling när sponten borrar ned till berg.

Muddring förväntas inte bli aktuellt i området för platsgjutna bryggor och ro-ro-ramp. Ett kontrollprogram för grumlande arbeten kommer tas fram.

Bedömningen blir därmed att åtgärderna, tillsammans med skyddsåtgärder, medför liten och lokal grumling och därför riskerar att orsaka en liten spridning av miljögifter från sedimenten.

11.2.3 Driftskedet – påverkan och förslag på åtgärder

På den sydvästra sidan lutar det brant nedåt och botten är stenig ut till ca 10 meter från stranden (Figur 13). Det grunda (6,2 meter) sedimentprovet som provtogs i detta område (provpunkt 5 från 2022 års undersökning) visade även på acceptabla nivåer för alla åtta undersökta metaller medan de djupare proverna hade höga halter av både metaller och PAH:er (Tabell 6, Tabell 7 och Tabell 8).

När det kommer till de planerade nya kajerna i sydöst så bedöms botten vara stabil för propellerströmmar från skärgårdsbåtar och fritidsbåtar samt lite större båtar av typen M/S Roslagen. Vid angöring med större fartyg av typen M/S Tellus och M/S Translandia visar beräkningar däremot att bottenmaterialet inte är stabilt när det utsätts för propellerströmmar.

För att undvika denna typ av erosion är det möjligt att lägga ut erosionsskydd med förslagsvis betongmadrasser under pålkajen som förlängs ut på botten där djupet är otillräckligt för att undvika erosion från propellerströmmar. Detta utreds mer i detalj inom ramen för tillståndsansökan för vattenverksamhet.

11.3 Pålad kaj med shiplift samt utfyllnad i sydväst

11.3.1 Förutsättningar

Vattendjupet varierade mellan 12,6 och 28,2 meter på provtagningslokalerna (provpunkt 14, 25, 27 och 31 för metaller, provpunkt 14, 25, 37, 38 och 43 PAH:er, samt provpunkt 37, 42 och 46 för TBT).

Stranden är brant och stenig och har en hel del sprängsten. Cirka 20 meter ut från stranden, där botten planar ut, förefaller lösare sediment ha ansamlats. Sedimenten består där av gyttjelera med inslag av oljelukt. Det uppskattade föroreningsdjupet varierar mellan 1 och 120 cm och sedimentens mäktighet är som djupast vid punkt 31 (180 cm) (Sweco, 2024).

De fyra provlokalerna för metaller, det vill säga 14, 25, 27 och 31, är alla belägna strax norr om den planerade shipliften (. De är alla representativa för resultatet av metaller från undersökningen runt Beckholmen 2022. Värt att notera är att provpunkten närmast lokaliseringen av shipliften, punkt 31, dock har bättre status än de andra tre med bara två metaller som överskrider sina respektive gränsvärden (det prioriterade ämnet kvicksilver och det särskilt förorenade ämnet krom). Även det djupaste (100-120 cm) provtagna sedimentdjupet på lokal 25 hade acceptabla metallvärden (Tabell 6).

PAH:er provtogs även på lokal 25 och precis som för metaller var halterna av PAH:er acceptabla i det djupaste sedimentskiktet (100-120 cm) (Tabell 8). Bortsett från det provet uppvisade de andra proverna från de fem provtagningslokalerna i det sydvästra området på höga halter av PAH:er. På provlokal 43 uppmättes även den högsta halten för fyra av de sju analyserade PAH:erna (Tabell 8).

De närmaste provpunkterna för analys av TBT i detta hörn av Beckholmen är provpunkterna 37, 42 och 46 från sedimentundersökningen år 2010 (Figur 11). Värden från dessa tre lokaler sticker inte ut från andra halter uppmätta runt Beckholmen eller i Strömmen och motsvarar till exempelvis halten som uppmättes på lokal 25 i sydöst (se kapitel 9.2.2.1 samt Tabell 9).

11.3.2 Byggskedet – påverkan och förslag på skyddsåtgärder

Precis som vid Beckholmens södra del är stranden här stenig och sluttar brant nerför (Figur 13). Därmed är området för åtgärderna enbart delvis bestående av sediment som kan innehålla höga halter av föroreningar. Om erforderliga skyddsåtgärder så som miljöskopa och siltgardin används bedöms åtgärderna inte väsentligt påverka spridningen av miljögifter från dessa sediment.

Grumling undviks vid borrhning av pålar då de jordmassor som borraras igenom spolas 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 spolas upp används en borrhkrona som endast spolar upp material i samma mängd som påldimensionen.

Eventuellt behöver slänten flackas ut under den pålade kajen för att lägga ut erosionsskydd, samt ta bort en puckel för att få rätt ramdjup invid GV-dockan, vilket innebär schakt i vatten. Enligt tillgängliga uppgifter består botten av sprängsten på denna plats och har brant bottenlutning, varvid risken för grumling är liten (Sweco, 2024). Området är sannolikt mindre förorenat än på andra platser men det behöver säkerställas att det inte finns risk för föroreningsspridning under arbetet. I den närmast analyserade provtagningspunkten (31) finns mycket stora avvikelser av krom (Tabell 6) och kvicksilver (Tabell 7). Åtgärder för att undvika grumling är begränsade på grund av djupet, strömmar och vågor.

Om muddring inte kan undvikas bör det om tekniskt möjligt genomföras med miljöskopa för att undvika grumling. Åtgärd med siltgardin bedöms svårt på grund av strömmar från båttrafiken.

Även vid dessa planerade åtgärder är det lämpligt att ta fram ett kontrollprogram för grumlande arbeten.

11.3.3 Driftskedet – påverkan och förslag på skyddsåtgärder

På den sydvästra sidan lutar det brant nedåt och botten är stenig ut till ca 10 meter från stranden (Figur 13). Det grunda (6,2 meter) sedimentprovet som provtogs i detta område (provpunkt 5 från 2022 års undersökning) visade även på acceptabla nivåer för alla åtta undersökta metaller medan de djupare proverna hade höga halter av både metaller och PAH:er (Tabell 6, Tabell 7 och Tabell 8).

När det kommer till den planerade pålkajen i sydväst bedöms botten vara stabil för propellerströmmar från skärgårdsbåtar och fritidsbåtar samt lite större båtar av typen M/S Roslagen. Vid angöring med större fartyg av typen M/S Tellus och M/S Translandia visar beräkningar däremot att bottenmaterialet inte är stabilt när det utsätts för propellerströmmar. För att undvika denna typ av erosion är planen att anlägga erosionsskydd med förslagsvis betongmadrasser under pålkajen som förlängs ut på botten där djupet är otillräckligt för att undvika erosion från propellerströmmar. Denna åtgärd utreds mer i detalj inom ramen för tillståndsansökan för vattenverksamhet.

För att förhindra att utläckage från Beckholmen genom vattenutbyte på grund av havsnivåvariationerna och grundvatten föreslås en RD-pålvägg i stället för tätspons på grund av bottenförhållandena. Detta medför att kajkonstruktionen blir tät och hindrar föroreningar att läcka ut från ön till Strömmen.

11.4 Strandskoning och utbyggd flytande brygga på nordvästra sidan

11.4.1 Förutsättningar

Vattendjupet varierade mellan 7,6 och 9,3 meter på provtagningslokalerna (provpunkt 19 och 21 för metaller, provpunkt 19 för PAH:er, samt provpunkt 46 för TBT).

Stranden är brant och stenig och har en hel del sprängsten. Längre norrut är områdena området med heterogent med omväxlande blockig/stening och lös botten. Oljelukt förekom i området. Det uppskattade föroreningsdjupet varierar mellan 10 och 100 cm och sedimentens mäktighet är som djupast vid punkt 21 (52 cm) (Sweco, 2024).

De två provlokalerna för metaller, det vill säga 19 och 21, är alla belägna vid befintlig brygga och strax norr om befintlig brygga i närliggande småbåtshamn (se Figur 5). De är alla representativa för resultatet av metaller från undersökningen runt Beckholmen 2022. Dock är det endast det övre lagret som visar på höga halter för metaller (Tabell 6 och Tabell 7).

PAH:er provtogs i endast i lokal 19 och precis som för metaller var halterna av PAH:er över gränsen i de ytliga sedimenten (endast ett djup togs).

Analys av TBT gjordes i provpunkterna 46 från sedimentundersökningen år 2010 (Figur 11). Värdet från denna lokal sticker inte ut från andra halter uppmätta runt Beckholmen i övriga lokaler.

11.4.2 Byggskedet – påverkan och förslag på skyddsåtgärder

Inga risker har identifierats uppstå under byggskedet varför inga åtgärder föreslås för byggskedet.

11.4.3 Driftskedet – Påverkan och förslag på skyddsåtgärder

För att förhindra att utläckage från Beckholmen genom vattenutbyte på grund av havsnivåvariationerna och grundvatten föreslås en RD-pålvägg som första alternativ på grund av bottenförhållandena (sprängsten). Detta medför att strandskoningen bli tät och hindrar föroreningar att läcka ut från ön till Strömmen. Läckaget på grund av havsnivåvariationer bedöms vara mindre än på norra sidan än på den södra sidan där vågorna är större.

Åtgärderna med RD-pålvägg, strandskoning och förlängd flytbrygga bedöms inte vara ett hinder för eventuell framtida sanering av området.

11.5 Breddning av Gustav V:s docka och utfyllnad på västra sidan

11.5.1 Förutsättningar

Vid breddning av GV-dockan på södra sidan där berget ligger under vattenytan finns risk för föroreningsspredning vid schakt i fyllnadsmassor.

I området för utfyllnad med bergschakt från GV-dockan finns sediment med mycket stora avvikelser för flera metaller och mycket höga halter PAH:er. 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.

11.5.2 Byggskedet – Påverkan och förslag på skyddsåtgärder

Bergöverytan bedöms ligga ovan högvattenytan på hela breddningen utom de sydligaste ca 40 m räknat från dockans port. Berget kommer att behöva tätinjekteras för att kunna utgöra tillfredsställande tätning mot inläckage (Sweco, 2024).

Innan schakt på södra sidan av dockan utförs markprovtagning med efterföljande utredning för att bedöma föroreningshalten i fyllningsmassor under vattenytan som schaktas, samt om massorna är lämpliga att använda som utfyllnad i vattnet eller om de ska transporteras till godkänd deponi.

Arbeten i dockan sker i torrhet innanför dockporten eller en fångdamm. Då tidigare marksanering av Beckholmen som genomfördes ner till grundvattennivå kan jord och grundvatten som läcker in i dockan under breddningsarbetet behöva avlägsnas innan dockan fylls med vatten igen efter arbetets slutförande, för att undvika att eventuella föroreningar förs ut till Strömmen. Kontrollprogram tas fram för dessa arbeten.

Vid arbete i torrhet och hantering av förorenade massor och inläckande grundvatten innan dockan fylls med vatten bedöms åtgärderna inte väsentligt påverka spridningen av miljögifter från bottensedimenten. Med skyddsåtgärder, exempelvis fångdamm, vid arbeten som medför att dockportarna inte kan vara stängda, och arbete inte kan utföras i torrhet, bedöms inte någon väsentlig påverkan på spridningen av miljögifter uppstå.

11.5.3 Driftskedet – Påverkan och förslag på skyddsåtgärder

För att förhindra att utläckage från Beckholmen genom vattenutbyte med grundvatten på grund av havsnivåvariationerna föreslås utfyllnaden anläggas med bakåtförankrad tätspons i framkant. Detta medför att utfyllnaden blir tät och hindrar föroreningar att läcka ut från ön till Strömmen. Detta medför att sediment kan ligga kvar.

För GV-dockan kan en uppföljning av om sprickor i berg uppstår efter idrifttagandet för att kunna vidta åtgärder för att förhindra att förorenat grundvatten läcker in i dockan.

12. Samlad bedömning

12.1 Aktuell föroreningssituation

Identifierade källor till föroreningsspridning från Beckholmen till Saltsjön är i huvudsak bottenerosion av förorenade sediment men också via läckage från massor som lämnades kvar under vattenytan vid sanering, från dagvattnet samt från blåstring i dockorna.

12.1.1 Sediment

I stora drag visar sedimentundersökningarna att halten av metaller och PAH:er runt Beckholmen är något lägre i nordöst medan de högsta halterna återfanns i de sydliga/sydvästliga områdena. Provtagningarna i Saltsjön visar även på att föroreningar i sediment ser ut att ackumuleras i ett område öster om Beckholmen.

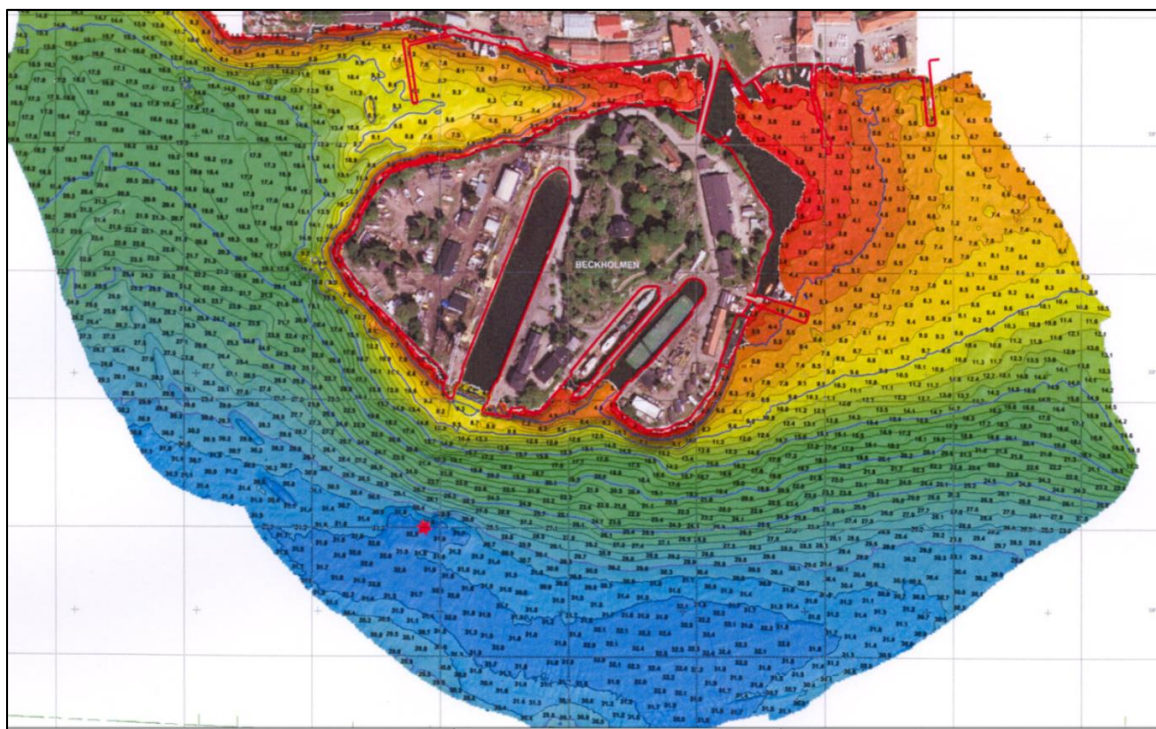
Ett annat mönster som sedimentundersökningarna visar är att halten av miljögifter oftast är högst i det översta lagret i sedimenten och lägst i de djupaste lagren. Detta blir särskilt tydligt på provplats 25 från undersökningen utförd 2022 där ett sedimentprov togs så djupt som på en meter ner i sedimentet. I detta prov var alla åtta metaller och sju PAH:er på acceptabla nivåer (Tabell 6, Tabell 7, Tabell 8). Även de sju provplatserna som analyseras för TBT visar liknande mönster då det enda provet som togs en bit ner i sedimentet var det som hade avsevärt lägre halt jämfört med de sex andra som provtagits från det yttersta sedimentlagret (68 µg/kg torrsustans jämfört med intervallet 325 – 890 µg/kg torrsustans på de andra provplatserna) (Tabell 9).

Alla metaller förutom arsenik (som är ett SFÄ) uppvisade halter som översteg gränsvärdet i något av de 26 sedimentproverna som togs på de elva provplatser i undersökningen från 2022 (Tabell 6 och Tabell 7). Förutom det prioriterade ämnet nickel, som bara uppvisade överskridande värden i två av 26 prover, uppvisade metallerna oacceptabla värden i ett flertal prover. Värst var kvicksilver (som är ett prioriterat ämne) som överskred gränsvärdet på 16 av 26 prover, följt av det prioriterade ämnet bly (överskreds på 15 av 26 prover) och de två särskilt förorenade ämnena koppar (12 av 26 prover) och zink (11 av 26 prover). Därefter följde det prioriterade ämnet kadmium (9 av 26 prover) och sist krom (8 av 26 prover) som är ett SFÄ.

För de sju prioriterade PAH:erna återfanns ingen sådan inbördes, fallande skala utan alla ämnen följde samma mönster i de 16 sedimentproverna som var fördelade över tio provplatser. Praktiskt taget alla prover, förutom två, uppvisade överskridande gränsvärden. De två proverna som hade acceptabla värden var båda provtagna djupt ner i sedimentet (provpunkt 3 på provdjupet 40-60 cm och provpunkt 25 på 100-120 cm) (Tabell 8). Vid jämförelse mellan medelvärdet för de sju PAH:erna med deras respektive gränsvärde, uppvisade naftalen den högsta överskridelsen med drygt 200 gånger högre värde. Lägst överskridelse uppvisade fluoranten med drygt 5 gånger högre värde.

Det prioriterade ämnet tributyltennföreningar (TBT) uppvisade, precis som för resten av vattenförekomsten Strömmen, extremt höga värden som överskred gränsvärdet på 1,6 µg/kg torrsustans mellan 40 och 550 gånger. Men trots att medelvärdet, baserat på de sju proverna runt Beckholmen, var högre än det som presenteras i VISS (452 µg/kg torrsustans jämfört med 291,6 µg/kg torrsustans), var den högsta uppmätta halten betydligt lägre (890 µg/kg torrsustans) än den maximala uppmätta halten från bedömningen i VISS (2 258 µg/kg

torrsubstans). Värdena från de sju proverna följer ett ganska tydligt mönster där det lägsta värdet (68 µg/kg torrsubstans), som även sticker ut från resten, är det enda som inte tagits i det absolut översta sedimentskiktet. Vid jämförelse mellan de sex återstående värdena, som alla provtagits i det absolut översta skiktet (0-2 cm), är de två proverna som tagits på grunt vatten (1,7 m och 4,1 m) betydligt högre (880 respektive 890 µg/kg torrsubstans) jämfört med de fyra proverna som tagits på djupare vatten (17,8 m – 28,2 m) där värdet varierar mellan 325 – 338 µg/kg torrsubstans. Slutsatsen från denna (begränsade) undersökning är alltså att de högsta halterna av TBT återfinns på grunt vatten/nära strandkanten i det absolut översta sedimentskiktet. Bottendjupet runtom Beckholmen presenteras i Figur 13 nedan.



Figur 13. Djupzoner från stranden och ut runtom Beckholmen. Kartan kommer från Marin Mätteknik (2009).

12.1.2 Markföroreningar

Vid genomförd sanering på Beckholmen kvarlämnades material med föroreningar i områden där det inte var möjligt att åtgärda eller endast delvis kunde åtgärdas. Vid en översiktlig miljöteknisk markundersökning 2023 undersöktes förekomsten av metaller och PAH i förhöjda halter i jord och grundvatten nära strandkanten där den fartygsrelaterade verksamheten framför allt har bedrivits. Inga halter över Naturvårdsverkets generella riktvärde för KM har påvisades i de analyserades jordproverna. Grundvattenproverna bedömdes utifrån SGU:s bedömningsgrunder för grundvatten (SGU, 2023) och Svenska Petroleum Institutets (SPI) branschrekommendationer. Höga halter av arsenik förekom i grundvattenprovet i provpunkten på södra delen och mycket höga halter vid östra delen av ön. Bly förekom i hög halt i punkterna i östra och västra provpunkten. PAH förekom över riktvärdet avseende risk för ytvattenkontaminering i östra och västra provpunkten, med risk för fri fas utifrån fältobservationer. I södra provpunkten överskreds riktvärdet avseende ånginträngning för alifater >C10-C12. Utifrån undersökningen kan det konstateras att metaller och oljekolväten förekommer i grundvattnet vid undersökta strandkanter, vilket indikerar att det kan förekomma en spridning av dessa föroreningsämnen till Saltsjön. En utförligare presentation av resultaten ses i rapport Riskbedömning och åtgärdsutredning för mark- och sedimentföroreningar (Sweco, 2024).

12.1.3 Dagvatten

Vid genomförda marksaneringen 2012 asfalterades samtliga varvsytor och ett nytt ledningsnät för dagvatten anlades 2013, som leder vatten från de hårdgjorda ytorna via filterbrunnar innan utsläpp i Strömmen. som används idag är avsedda för den verksamhet som bedrivs på Beckholmen men bedöms vara underdimensionerade. Ingen infiltration av dagvatten sker. Filterbrunnarna Detta innebär att det idag kan antas ske en viss transport av föroreningar via avrinningen, dock inte av samma omfattning som innan saneringen.

12.1.4 Blästringsarbeten i befintliga dockor

Vid GV-dockan och östra dockan sker blästringsarbeten inom pågående verksamhet, huvudsakligen nere i dockorna. Vid tillfällen krävs även att blästringsarbeten ska kunna utföras över marknivån. Stockholms Reparationsvarv AB använder munstycken med vatteninjektering för att minska dammbildningen vid blästring (mejlkommunikation 2024-05-14. Även vattenkanoner på dockvallarna används för att minska dammspridningen. Efter blästring och målning borstas dockbotten med maskin för att samla upp bläster- och färgrester, detta avfall läggs i containers och hämtas av Ragn-Sells. Övriga färgrester hålls i kryobehållare som hämtas av Ragn-Sells.

I västra dockan är blästring inte tillåten enligt ordningsregler för dockning och arbete i dockan (Beckholmens dockförening, 2024). Innan utdockning ska dockbotten och området runt fartyget sopas ordentligt så att bortskrapad färg, färgrester, olja eller annat omhändertas och inte spolats ned i dockrännan.

På marknivå samlas spill av olja och eventuella rester från blästeravfall in i filterförsedda dagvattenbrunnar.

Baserat på ovan redovisad hantering bedöms föroreningsspridning via dockorna vara liten.

12.2 Särskilda förorenade ämnen

Strömmen har måttlig status avseende SFÅ då ämnena icke-doxinlika PCB:er, koppar och zink inte uppnår god status. Utifrån provtagning förekommer höga halter av koppar, zink, krom och arsenik i sediment kring Beckholmen.

12.2.1 Byggskede

Risk för spridning av metaller som omfattas av SFÅ finns under byggskedet vid uppgrumling av befintliga förorenade sediment. Dessa risker bedöms kunna minimeras under förutsättningen att försiktighetsåtgärder vidtas och genom att grumlande arbeten utförs i liten skala och under kortare perioder. Där det är möjligt och rimligt utifrån grumlingssituation kan siltgardiner användas. Åtgärder för att begränsa grumling kommer att utredas mer i detalj inom ramen för den pågående tillståndsansökan för vattenverksamhet.

I samband med arbetena för breddningen av GV-dockan kan förorenat grundvatten läcka in i dockan under byggtid, vilket kan innehålla höga halter av metaller som omfattas av SFÅ. Inläckande grundvattnet kan antas vara förorenat och kommer hanteras för att minimera spridning av föroreningar till Strömmen.

Föreslagna verksamheter kan komma att omfatta viss muddring, vilket främst är aktuellt där kajer och erosionsskydd ska anläggas för att bibehålla nuvarande djup och möjliggöra att båtar av aktuell storlek fortsatt kan anlägga vid kajerna. Lämpliga skyddsåtgärder finns att tillgå och kommer att vidtas under byggskedet vilket innebär att risken för spridning av SFÅ sannolikt är liten.

En preliminär bedömning är därmed att det inte sker någon försämring av vattenkvaliteten med avseende på SFÅ under anläggningsskedet via spridning av förorenade sediment i Strömmen till följd av planerade åtgärder under förutsättning att skyddsåtgärder vidtas. Skyddsåtgärder kommer att utredas mer i detalj inom ramen för den pågående tillståndsansökan för vattenverksamhet.

12.2.2 Driftskede

Planerade åtgärder bedöms inte medföra en ökning av metallerna koppar, zink, krom och arsenik, som omfattas av SFÄ, i vattenförekomsten Strömmen under driftskedet. Detta under förutsättning att planerade åtgärder inte bidrar till spridning av föroreningar via exempelvis erosionsprocesser och/eller uppgumling och omlagringar av sediment. Åtgärder i form av tät konstruktioner längs större del av Beckholmen, anläggandet av erosionsskydd och ökad dagvattenrening bedöms bidra till ett minskat läckage och spridning av föroreningar från ön, vilket minskar tillförseln av SFÄ till Strömmen.

Som tidigare beskrivna sedimentundersökningar visat är halten miljögifter oftast högst i det översta lagret i sedimenten och lägst i de djupaste lagren. Mönstret kan ses för bland annat metaller som omfattas av SFÄ (Tabell 6). Tidigare sedimentutredningar har föreslagit att det är troligt att det även finns andra transportvägar eller källor till föroreningar än via infiltrerat grundvatten och ytavrinning från land (Sweco, 2022b). Det kan till exempelvis handla om läckage via strand- och bottenerosion eller blåstring av båtar vid strandkanten. Ett annat förslag var spridning genom omlagring av tidigare sediment till följd av fartygstrafiken då både Viking Lines fartyg och kryssningsfartygen som lägger till i Masthamnen vänder just utanför Beckholmen och säkerligen orsakar erosion (Sweco, 2022b). Det finns därmed ett antal verksamheter på och runt Beckholmen som troligtvis bidrar till den fortsatt höga belastningen av föroreningar i området, trots upphörandet av miljöfarliga verksamheter på ön sen många år tillbaka samt tidigare saneringsåtgärder. Erosionsskydd kommer dock ge ytterligare skydd mot propellererosion, läckage och annan erosions längs kajen från exempelvis färjetrafiken i området.

Åtgärder som förhindrar läckage av föroreningar och föroreningsspridning via erosion planeras vid kajer och ro-ro-ramp på södra delen och vid stenskoningen och utfyllnaden vid nordvästra delen av ön. Kompletterande åtgärder för att hantera sedimenten under påldäck i form av muddring eller övertäckning kan behövas. Vid de södra kajerna och ro-ro-rampen föreslås även erosionsskydd. Även GV-docka kommer förtätas genom injektering av berget för att förhindra att förorenat grundvatten läcker ut via dockan. Vid sanering av området spontades en stor del av nordöstra Beckholmen för att kunna schakta bort förorenad jord under grundvattenytan. Därav finns inte behov av ytterligare åtgärd för att förhindra utläckage av föroreningar innan en pålad träbrygga anläggs utmed stranden.

Förtätningen av större delar av Beckholmen samt anläggandet av erosionsskydd bedöms medföra minskad risk för läckage och föroreningsspridning från ön. Tillförseln av SFÄ från Beckholmen till Strömmen förväntas därmed minska till följd av åtgärderna. Även övertäckning av föroreningar förhindrar föroreningsspridning genom inkapsling men försvårar möjligheten för en eventuell framtida sanering med exempelvis muddring i området.

Implementering av föreslagen systemlösning för dagvattenhantering förväntas minska föroreningsbelastningen till Strömmen, genom att en större andel dagvatten renas genom fördröjning och långsam avtappning. Detta bedöms minska mängden SFÄ i dagvatten. Utifrån rådande förutsättningarna på platsen bedöms den systemlösning som presenteras i dagvattenutredningen vara den bästa möjliga på Beckholmen.

Då planerade åtgärder bedöms minska tillförseln av SFÄ från Beckholmen till Strömmen bedöms åtgärderna inte leda till någon försämring av statusen i vattenförekomsten. Planerade åtgärder är de åtgärder som idag är tekniska möjliga och bedöms rimliga att vidta utifrån den kunskap som finns baserat på de omfattande utredningar som gjorts. Planerade åtgärder medför att majoriteten av de åtgärder som är möjliga på Beckholmen är genomförd. Åtgärderna på Beckholmen enskilt kommer dock vara otillräckliga för att medföra att kvalitetsfaktorn SFÄ ska uppnå god ekologisk status i Strömmen, men kommer bidra till att minska föroreningsspridningen av berörda SFÄ från Beckholmen till följd av att en större del av ön efter vidtagande av åtgärder blir tät, dagvattenhanteringen utökas och åtgärder som minskar erosionen vidtas.

Även efter att planerade åtgärder kommer förorenade sediment fortsatt att finnas kvar på botten kring Beckholmen, som kan virvlas runt till följd av båttrafik och strömmar och som påverkar vattenkvaliteten i vattenförekomsten. Mängden förorenade sediment kommer dock inte öka som följd av planerade åtgärder. Planerade åtgärder förhindrar inte heller att ytterligare åtgärder kan vidtas vid Beckholmen för att förbättra vattenkvaliteten med avseende på SFÄ.

Utifrån rådande situation anses inte de planerade åtgärderna utgöra en risk som äventyrar att MKN för SFÄ ska kunna uppnås, snarare ett bidrag i det omfattande åtgärdsarbetet som innefattar området runt hela vattenförekomsten.

12.3 Prioriterade ämnen

Strömmen uppnår ej god status då flera ämnen överskrider gällande gränsvärden, bland annat för bly, kadmium, kvicksilver, nickel och TBT. Benso(a)pyrene, som ingår i PAH, har pekats ut men har ej statusklassats i VISS. Utifrån provtagning förekommer höga halter av bland annat de prioriterade ämnena kadmium, krom, kvicksilver, nickel, bly, zink, PAH och TBT i sedimenten kring Beckholmen.

12.3.1 Byggskedet

Liksom för SFÄ finns risk för spridning av prioriterade ämnen som metaller, PAH:er och under byggskedet vid uppgrumling av befintliga förorenade sediment. Riskerna bedöms även för prioriterade ämnen kunna minimeras under förutsättningen att försiktighetsåtgärder vidtas och genom att grumlande arbeten utförs i liten skala och under kortare perioder. Där det är möjligt och rimligt utifrån grumlingssituation kan siltgardiner användas. Grumlingsbegränsande åtgärder att komma utredas mer i detalj inom ramen för den pågående tillståndsansökan för vattenverksamhet.

Prioriterade ämnen kan, liksom SFÄ, förekomma i inläckande grundvatten vid arbetena med breddning av GV-dockan under byggtid, vara det inläckande grundvattnet kan antas vara förorenat och kommer hanteras på ett sätt som minimera spridning av föroreningar till Strömmen.

Liksom för SFÄ kommer lämpliga skyddsåtgärder vidtas i samband med muddring under byggtiden för att minska risken för spridning av prioriterade ämnen i förorenade sediment. Detta innebär, liksom för SFÄ, att risken för spridning av förorenade sediment sannolikt är liten.

En preliminär bedömning är att det för prioriterade ämnen inte sker någon försämring av vattenkvaliteten under anläggningsskedet genom spridning av föroreningar i sediment under förutsättning att skyddsåtgärder vidtas. Skyddsåtgärder kommer att utredas mer i detalj inom ramen för den pågående tillståndsansökan för vattenverksamhet.

12.3.2 Driftskedet

Planerade åtgärder bedöms inte medföra en ökning av prioriterade ämnen i vattenförekomsten Strömmen under driftskedet. Detta under förutsättning att planerade åtgärder inte bidrar till spridning av föroreningar via exempelvis erosionsprocesser och/eller uppgrumling och omlagring av sediment. Åtgärder i form av täta konstruktioner längs större del av Beckholmen, anläggandet av erosionsskydd och ökad dagvattenrening bedöms bidra till ett minskat läckage och spridning av föroreningar från ön, vilket minskar tillförseln av prioriterade ämnen till Strömmen.

Som tidigare beskrivna sedimentundersökningar visat är halten miljögifter oftast högst i det översta lagret i sedimenten och lägst i de djupaste lagren, vilket även är fallet för prioriterade ämnen (se Tabell 7, Tabell 8, Tabell 9). Liksom för SFÄ är det troligt att det även finns andra transportvägar eller källor till föroreningar än via infiltrerat grundvatten och ytavrinning från land (Sweco, 2024), exempelvis läckage via strand- och bottenerosion, blästring av båtar vid strandkanten eller spridning genom omlagring av tidigare sediment till följd av fartygstrafiken i området (Sweco, 2024). Det finns därmed ett antal verksamheter på och runt Beckholmen som troligtvis bidrar till den fortsatt höga belastningen av föroreningar i området, trots upphörandet av miljöfarliga verksamheter på ön sen många år tillbaka samt tidigare saneringsåtgärder. Erosionsskydd kommer dock ge ytterligare skydd mot propellererosion, läckage och annan erosions längs kajen från exempelvis färjetrafiken i området.

Åtgärder som förhindrar läckage av föroreningar och föroreningsspridning via erosion planeras vid kajer och ro-ro-ramp på södra delen och vid stenskoningen och utfyllnaden vid nordvästra delen av ön. Kompletterande åtgärder för att hantera sedimenten under pådäck i form av

muddring eller övertäckning kan behövas. Vid de södra kajerna och ro-ro-rampen föreslås även erosionsskydd. Även GV-docka kommer förtätas genom injektering av berget för att förhindra att förorenat grundvatten läcker ut via dockan. Vid sanering av området spontades en stor del av nordöstra Beckholmen för att kunna schakta bort förorenad jord under grundvattenytan. Därav finns inte behov av ytterligare åtgärd för att förhindra utläckage av föroreningar innan en pålad träbrygga anläggs utmed stranden.

Förtätningen av större delar av Beckholmen samt anläggandet av erosionsskydd bedöms medför minskad risk för läckage och föroreningsspridning från ön. Tillförseln av prioriterade ämnen från Beckholmen till Strömmen förväntas därmed minska till följd av åtgärderna. Även övertäckning av föroreningar förhindrar föroreningsspridning genom inkapsling men försvårar möjligheten för en eventuell framtida sanering med exempelvis muddring i området.

Implementering av föreslagen systemlösning för dagvattenhantering förväntas minska föroreningsbelastningen till Strömmen, genom att en större andel dagvatten renas genom fördröjning och långsam avtappning. Detta bedöms minska mängden prioriterade ämnen i dagvattnet. Utifrån rådande förutsättningarna på platsen bedöms den systemlösning som presenteras i dagvattenutredningen vara den bästa möjliga på Beckholmen.

Då planerade åtgärder bedöms minska tillförseln av prioriterade ämnen från Beckholmen till Strömmen bedöms åtgärderna inte leda till någon försämring av statusen i vattenförekomsten. Planerade åtgärder är de åtgärder som idag är tekniska möjliga och bedöms rimliga att vidta utifrån den kunskap och omfattande utredningar som gjorts. Planerade åtgärder medför att majoriteten av de åtgärder som är möjliga på Beckholmen är genomförd. Åtgärderna på Beckholmen enskilt kommer dock vara otillräckliga för att medföra att god kemisk status uppnås i Strömmen, men kommer bidra till att minska föroreningsspridning från Beckholmen till följd av att en större del av ön efter åtgärderna blir tät, dagvattenhanteringen utökas och åtgärder som minskar erosionen vidtas.

Även efter att planerade åtgärder kommer förorenade sediment fortsatt att finnas kvar på botten kring Beckholmen, som kan virvlas runt till följd av båttrafik och strömmar och som påverkar vattenkvaliteten i vattenförekomsten. Mängden förorenade sediment kommer dock inte öka som följd av planerade åtgärder. Planerade åtgärder förhindrar inte heller att ytterligare åtgärder kan vidtas vid Beckholmen för att förbättra vattenkvaliteten med avseende på prioriterade ämnen.

Utifrån rådande situation anses inte de planerade åtgärderna utgöra en risk som äventyrar för att MKN för prioriterade ämnen ska kunna uppnås, snarare ett bidrag i det omfattande åtgärdsarbetet som innefattar området runt hela vattenförekomsten.

13. Referenser

- JP Sedimentkonsult HB, 2010. *Spridning av föroreningar från Beckholmen - Sedimentundersökning i Stockholms hamn - 2010-07-09*, u.o.: u.n.
- Beckholmens dockförening, 2024. *Indockningsregler och rutiner*. [Online]
Available at: <https://www.beckholmen.se/indockning/indockningsregler/>
- Havsmiljöinstitutet, 2019. *Frittsbåtars påverkan på grunda kustekosystem i Sverige. Rapport nr 2019:3*, u.o.: u.n.
- Iterio, 2015. *Slutrapport - Marksanering Beckholmen Granskningsversion*, u.o.: u.n.
- Länsstyrelsen Stockholm, 2017. *Slutredovisning av avhjälpandeåtgärder vid Beckholmen, Stockholms stad. Beteckning 577-16960-2013, 2017-12-19.*, u.o.: u.n.
- Marin Mätteknik, 2009. *Batymetrisk och geofysisk uppmätning, Beckholmen*, u.o.: u.n.
- Naturvårdsverket, 1999. *Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Kust och hav. Rapport / Naturvårdsverket 4914*, Stockholm: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket, 2022. *Generella riktvärden för förorenad mark..* [Online]
Available at: <https://www.naturvardsverket.se/4acbee/globalassets/vagledning/fororenade-omraden/riktvarden/naturvardsverkets-generella-riktvarden-fororenad-mark-2022.pdf>
- SGU, 2023. *Bedömningsgrunder för grundvatten*. [Online]
Available at: <https://www.sgu.se/anvandarstod-for-geologiska-fragor/bedomningsgrunder-for-grundvatten/>
- SPI, 2011. *Svenska Petroleum Institutet (SPI) rekommendation – Efterbehandling av förorenade bensinstationer och dieselanläggningar.*, u.o.: u.n.
- Sveriges geologiska undersökningar, 2017. *Klassning av halter av organiska föroreningar i sediment. SGU-rapport 2017:12.*, u.o.: Författare Sarah Josefsson.
- Sweco, 2023. *PM Propellererosion*, u.o.: u.n.
- Sweco, 2024. *Dagvattenutredning - Beckholmen*, u.o.: u.n.
- Sweco, 2024. *PM Geoteknik Beckholmen Detaljplan - Geotekniska förutsättningar*, u.o.: u.n.
- Sweco, 2024. *Riskbedömning och åtgärdsalternativ för mark- och sedimentföroreningar - Detaljplan Beckholmen*, Stockholm: Sweco.
- Tyréns, 2022. *Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Strömmen och Lilla Värtan – Fysisk påverkan och akvatiska livsmiljöer, delrapport 1*, Stockholm: Miljöförvaltningen i Stockholms stad.
- Tyréns, 2022. *Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Strömmen och Lilla Värtan – Näringsämnen och miljögifter, delrapport 1*, Stockholm: Miljöförvaltningen i Stockholms stad.
- Tyréns, 2023. *Underlag till lokalt åtgärdsprogram för akvatiska livsmiljöer i Strömmen och Lilla Värtan – förslag till åtgärder, delrapport 2*, Stockholm: Miljöförvaltningen i Stockholms stad.
- Tyréns, 2023. *Underlag till lokalt åtgärdsprogram för näringsämnen och miljögifter i Strömmen och Lilla Värtan, delrapport 2*, Stockholm: Miljöförvaltningen i Stockholms stad.
- VISS, 2024. VISS. [Online]
Available at: <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA79755821>
[Använd 27 04 2024].
- Yoldia Consulting, 2022. *Sedimentutredning Beckholmen*, u.o.: u.n.