

PM Åtgärdsutredning Bällsta Hamn

BH-N1-2A06-005-PM Åtgärdsutredning

stockholm.se



Stockholms
stad

Ändringsförteckning

Ver	Datum	Ändringsbeskrivning	Granskad	Godkänd av

Sweco Sverige AB	RegNo 556767-9849
Uppdrag	Expl Bällstahamn riskbedömning och åtgärdsutredning
Uppdragsnummer	30001081-105
Kund	Stockholms kommun
Upprättad av	Anna Paulsson, Erika Geisler och Alexander Öhberg
Granskad av	Janna Svensson
Godkänd av	Erika Geisler
Status	GODKÄND
Datum	2025-09-12
Dokumentreferens	BH-N1-2A06-005_PM åtgärdsutredning

Sammanfattning

Den övergripande åtgärdsutredningen syftar till att tydliggöra vilka saneringsåtgärder som behöver vidtas inom detaljplanområdet för Bällsta Hamn för att marken ska vara lämplig för det planerade ändamålet.

Idag är marken, sedimenten och grundvattnet inom Bällsta Hamn förorenat av flertalet olika föroreningar. Exempel på föroreningar i marken och sedimenten är PAH, metaller, dioxin och TBT. Föroreningsproblematiken i grundvattnet består främst av klorerade alifater, PAH och PFAS.

Sweco har genomfört en riskbedömning av föroreningssituationen för att utreda om uppmätta halter i jord, sediment eller grundvatten utgör en risk för människors hälsa eller miljön. Sammantaget ger föroreningssituationen att marken i dagsläget inte är lämplig för framtida markanvändning utan området behöver först saneras. Det finns ett behov av att åtgärda föroreningarna i jorden och ytligt grundvatten för att minska hälsoriskerna för framtida boende inom området. Det finns också ett behov av att förhindra spridning av förorening från grundvattnet till recipienten.

För detaljplaneområdet Bällsta Hamn har följande övergripande åtgärds mål föreslagits:

- Området ska kunna nyttjas för bostäder och verksamheter av innerstadskaraktär utan att människor utsätts för oacceptabla hälsorisker genom exponering för föroreningar i mark och grundvatten.
- Föroreningar inom området ska inte innebära en oacceptabel påverkan på markecosystemets förmåga att utföra de funktioner som förväntas vid den planerade markanvändningen.
- Spridning av föroreningar från detaljplaneområdet ska inte innebära en oacceptabel risk för Bällstavikens vattenkvalitet eller ekosystem, inom eller utanför detaljplaneområdet.
- Spridning av föroreningar från sediment inom detaljplaneområdet ska inte medföra oacceptabla risker för Bällstavikens vattenkvalitet eller ekosystem, inom eller utanför detaljplaneområdet.

För att detaljplanområdet ska uppfylla de övergripande åtgärds målen har förslag på saneringsåtgärder tagits fram. Rekommendationen är att den förorenade jorden mestadels åtgärdas genom schaktsanering, vilket innebär att den förorenade jorden schaktas ur och ersätts med rena massor. Den förorenade jorden transporteras till deponi för omhändertagande. Metoden är snabb, tekniskt genomförbar och ger en fullgod måluppfyllelse. Nackdelen är att deponiavgifter och transporter är kostnadsdrivande samt att transporter ger upphov till utsläpp av koldioxid samt upptar deponiutrymme.

Swecos bedömning är att det inom Bällsta Hamn kommer finnas möjligheter till cirkulär masshantering. Schaktmassor från områden med mycket block och sten kan exempelvis sorteras och krossas för att sedan användas som fyllnadsmassor i det nya landområdet vid Strandparken. Cirkulär masshantering skulle kunna innebära stora kostnadsbesparingar vid exploateringen av området, minskad klimatpåverkan samt en mer effektiv resurshushållning av material och deponiutrymme.

Klorerade alifater finns i både djupt och ytligt grundvatten inom planområdet. I södra området finns det risk att föroreningarna påverkar människors hälsa. Frågan behöver utredas vidare inom respektive fastighet för att tydliggöra eventuell förekomst av förorening och risker kopplade till dessa. Skulle det framkomma mer information som pekar på att klorerade alifater i södra planområdet behöver åtgärdas finns behandlingstekniker för att åtgärda föroreningen på plats.

Vidare finns indikationer på att klorerade alifater från omgivningen strömmar med grundvattnet in till planområdet. Frågan är i dagsläget inte tillräckligt utredd. Skulle ett inflöde

identifieras finns funktionella metoder för att stoppa spridningen, exempelvis reaktiva barriärer. Eventuell spridning in till planområdet utgör inget hinder för detaljplanens genomförande, men eventuella källområden uppströms planområdet bör vid behov hanteras av respektive verksamhetsutövare/ansvarig part.

De anläggningsarbeten som kommer utföras, exempelvis ledningsdragning och pålning, kan riskera att öka eller förändra spridningen av föroreningar. Tekniska skyddsåtgärder i form av vertikala tätande skärmar kan behöva anläggas i ledningsgravar för att förhindra spridning av föroreningar via porluft och grundvatten längs med ledningsgravar. Vid pålningsarbeten behöver pålningsmetod väljas som förhindrar spridning mellan undre och övre magasin till följd av att tätande lerskiktet genomskärs.

Sedimenten inom Bällsta Hamn är förorenade. Delar av de förorenade sedimenten kommer att bli åtgärdade med övertäckning i och med att utfyllnaden i Strandparken genomförs. Ska utfyllnaden grundläggas med KC-pelare innebär detta ytterligare en behandling, dvs sediment binds i KC-pelaren och kan inte längre spridas vidare. Vid kajen och i farleden kommer de förorenade sedimenten behöva muddras, alternativt täckas över med erosionsskyddande material. Det är mer kostnadseffektivt att täcka över förorenade sediment, men muddring kan behövas för att upprätthålla tillräckligt farledsdjup. Anläggningsarbeten i vattenområdet medför grumlig av de förorenade sedimenten. Det är av stor vikt att anläggningsarbetena utförs på ett geotekniskt stabilt sätt så att det inte orsakar ras och skred av förorenade sediment och att grumlingen minimeras och innehålls inom arbetsområdet.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
1 Inledning	8
1.1 Syfte	8
1.2 Omfattning och avgränsning	8
1.3 Lashänvisning	9
1.4 Underlag	10
2 Områdesbeskrivning	10
2.1 Läge och omgivningar	10
2.2 Yt- och dagvattenförhållanden	11
2.3 Framtida markanvändning	11
2.4 Geologi och hydrogeologi	14
3 Föroreningssituation	14
4 Utgångspunkter för åtgärdsutredningen	19
4.1 Övergripande åtgärds mål	19
4.2 Naturvårdsverkets utgångspunkter för åtgärder	19
4.3 Områdesavgränsning och platsspecifika förutsättningar	20
4.3.1 Delområden	20
4.3.1 Geotekniska förutsättningar och planerade mark- och anläggningsarbeten	21
4.3.2 Jordarter och föroreningsnivå	22
4.3.3 Återkontaminering	24
4.4 Klimataspekter	24
4.5 Riskbedömning och utvärdering av övergripande åtgärds mål	25
4.5.1 Hälsorisker	25
4.5.2 Risk för markmiljö	26
4.5.3 Risk för ytvatten	27
4.5.4 Risk avseende spridning av förorenade sediment	27
4.6 Risker till följd av kommande exploateringsarbeten	28
4.7 Åtgärdsbehov	29
5 Åtgärds kategorier och -metoder	32
5.1 Ingen åtgärd	32
5.2 Övervakad naturlig självrening	32
5.3 Administrativa skyddsåtgärder	33
5.4 Tekniska skyddsåtgärder	33
5.4.1 Byggnadstekniska skyddsåtgärder	33
5.4.2 Strömningsavskärande fyllning i ledningsgrav	34
5.4.3 Inneslutning	34
5.5 Reduktion av föroreningsmängd	38
5.5.1 Ex situ	38
5.5.2 On site	40
5.5.3 In situ-behandling	41
5.6 Sammanfattning och val av åtgärds metoder	44
6 Åtgärds förslag	46
6.1 Översikt möjliga åtgärder	46
6.1.1 Underlag till kostnadsuppskattning	47
6.2 Masugnen 1	48
6.2.1 Områdesbeskrivning	48
6.2.2 Åtgärdsbehov	48
6.2.3 Möjliga åtgärds metoder	49

6.2.4	Kostnadsuppskattning	49
6.3	Tackjärnet 1, 3 och 4.....	50
6.3.1	Områdesbeskrivning	50
6.3.2	Åtgärdsbehov.....	50
6.3.3	Möjliga åtgärdsmetoder	50
6.3.4	Kostnadsuppskattning	51
6.4	Gjutmästaren 3, 4 och 5.....	51
6.4.1	Områdesbeskrivning	51
6.4.2	Åtgärdsbehov.....	52
6.4.3	Möjliga åtgärdsmetoder	52
6.4.4	Kostnadsuppskattning	53
6.5	Valsverket 7, 8 och 10.....	54
6.5.1	Områdesbeskrivning	54
6.5.2	Åtgärdsbehov.....	54
6.5.3	Möjliga åtgärdsmetoder	55
6.5.4	Kostnadsuppskattning	55
6.6	Strandparken.....	56
6.6.1	Områdesbeskrivning	56
6.6.2	Åtgärdsbehov.....	57
6.6.3	Möjliga åtgärdsmetoder	59
6.6.4	Hantering och omhändertagande av förorenade sediment.....	60
6.6.5	Kostnadsuppskattning	61
6.7	Bällstahamnsparcken och Vattenparken	62
6.7.1	Områdesbeskrivning	62
6.7.2	Åtgärdsbehov.....	62
6.7.3	Möjliga åtgärdsmetoder	63
6.7.4	Kostnadsuppskattning	63
6.8	Karlsbodatorget.....	63
6.8.1	Områdesbeskrivning	63
6.8.2	Åtgärdsbehov.....	64
6.8.3	Möjliga åtgärdsmetoder	64
6.8.4	Kostnadsuppskattning	64
6.9	Smältvägen	65
6.9.1	Områdesbeskrivning	65
6.9.2	Åtgärdsbehov.....	65
6.9.3	Möjliga åtgärdsmetoder	65
6.9.4	Kostnadsuppskattning	66
6.10	Åtgärder till följd av kommande exploateringsarbeten	66
6.10.1	Områdesbeskrivning	66
6.10.2	Åtgärdsbehov.....	67
6.10.1	Tekniska lösningar för att förhindra spridning.....	67
7	Utvärdering av åtgärderna.....	68
7.1	Måluppfyllelse/riskreduktion	68
7.1.1	Risker för tillförsel av förorening från angränsande fastigheter	68
7.1.2	Strandparken	69
7.2	Miljöpåverkan	69
7.2.1	Strandparken	70
7.3	Kostnadsuppskattning.....	70
7.3.1	Schaktsanering	70
7.3.2	Rening av länsvatten	71
7.3.3	Saneringsåtgärder in situ.....	71

7.3.4	Kostnader för muddring och omhändertagande av sediment	73
7.4	Teknisk genomförbarhet	73
7.4.1	Länsvattenhantering under byggtid	73
7.4.2	Strandparken	74
7.5	Beständighet	74
7.5.1	Strandparken	75
7.6	Cirkulär masshantering	75
8	Slutsats	76
9	Referenser	78

BILAGOR

1. Kartor med föroreningsgrad
2. Kartor med jordart
3. Beräknade kvoter över teoretisk fördelning av förorening i olika jorddjup
4. Nyckeltal till kostnadsbedömning för schaktsanering och borttransport

1 Inledning

Inom Ulvsunda industriområde ligger planområdet för Bällsta Hamn, i ett kollektivtrafknära läge invid Bällstaviken, nära både Sundbyberg och Solna. Området bedöms ha mycket stora stadsutvecklingsmöjligheter

Syftet med detaljplanen är att i linje med översiktsplanen omvandla området till blandad stadsbebyggelse med uppskattningsvis ca 1400 nya bostäder, service, kontor, ett mobilitetshus samt nya gator, parker och torg. Planen ska även säkerställa funktioner som skola och förskolor, samt möjliggöra angöring av framtida pendelbåtstrafik.

Målsättningen är att skapa en blandstad med ett varierat innehåll av funktioner som bidrar till att området upplevs befolkat, tryggt och händelserikt dygnet runt, året runt. Då området har en stor brist på parker, natur och andra kvalitativa allmänna platser är det av vikt att skapa god tillgång till kvalitativa gröna ytor för både kvartersmark och allmän platsmark.

Sweco Sverige AB (Sweco) har på uppdrag av Exploateringskontoret, Stockholms stad, utfört miljötekniska markundersökningar inom detaljplaneområdet. Undersökningarna har omfattat jord, grundvatten, ytvatten, sediment och porluft.

Resultaten från utförda undersökningar har, tillsammans med resultat från undersökningar som utförts av andra konsulter, legat till grund för en riskbedömning avseende människors hälsa och miljö. Resultaten från riskbedömningen sammanfattas i dokumentet *Bällsta Hamn Föroreningar i mark och grundvatten – Riskbedömning, övergripande rapport* (Sweco, 2025).

Denna rapport omfattar en övergripande åtgärdsutredning som baseras på resultaten från riskbedömningen. Åtgärdsutredning har utförts som ett led i arbetet med den nya detaljplan som beskrivs ovan.

1.1 Syfte

Syftet med den övergripande åtgärdsutredningen är att utreda vilka åtgärder som kan vara aktuella för att tillse att marken inom Bällsta Hamn kan göras lämplig för den föreslagna planändringen.

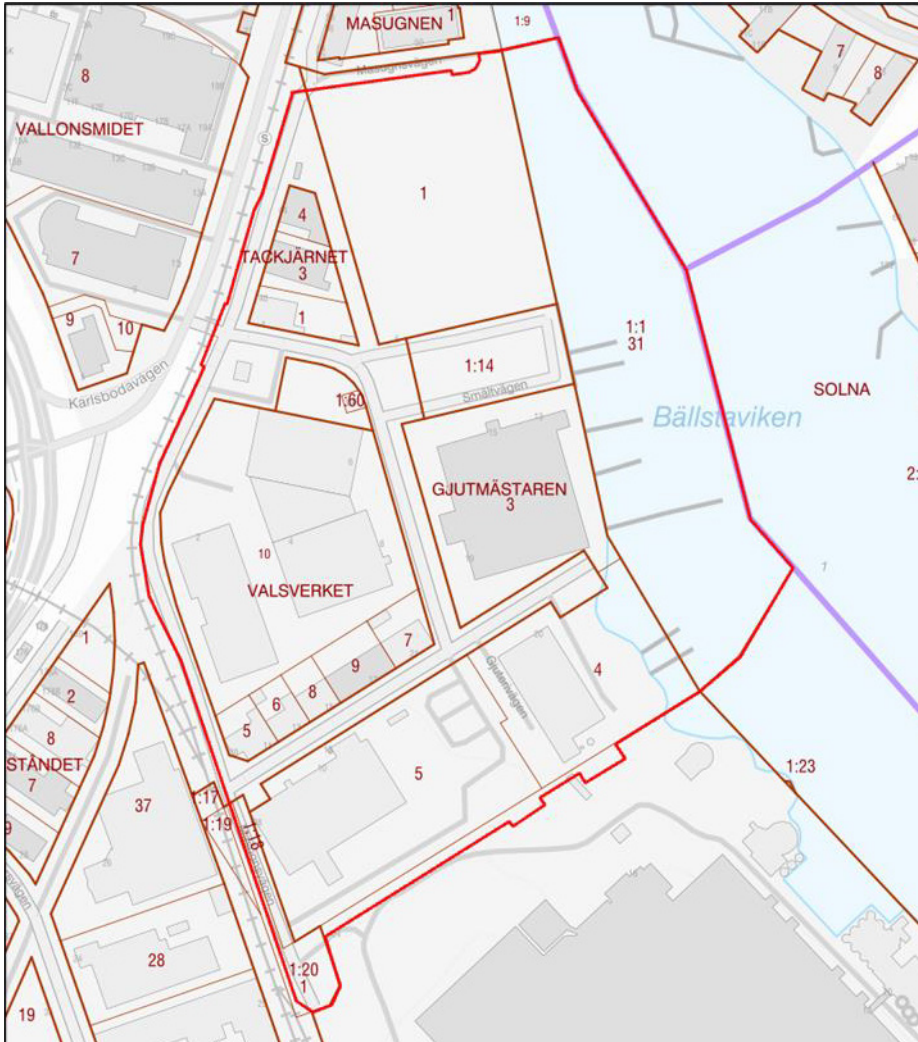
1.2 Omfattning och avgränsning

Utredningen omfattar hela detaljplaneområdet, vilket redovisas i Figur 1.

Den övergripande åtgärdsutredningen är av översiktlig karaktär och bygger på schablonantaganden som baseras på tillgängligt underlag. Vissa fastigheter, som exempelvis Masugnen 1, är undersökta med avseende på föroreningsituationen i stor omfattning, medan andra fastigheter är undersökta i mycket begränsad omfattning.

En teoretisk fördelning av olika typer av jordmassor, baserad på föroreningsnivå, har uppskattats baserat på utförda markundersökningar inom hela detaljplaneområdet Bällsta Hamn. Antagandet för beräkning av mängd av olika typer av jordmassor utgår ifrån att yttlig jord motsvarar 0-1 meter under dagens markytan och djup jord motsvarar 1–2 meter under dagens markyta. Åtgärder kan komma att behövas även för jord på större djup, men detta

bedöms bli i begränsad omfattning. Separata åtgärdsutredningar och riskvärderingar kommer behöva tas fram för respektive fastighet inför sanering och genomförandet av planen.



Figur 1. Området som omfattas av detaljplanen och åtgärdsutredningen. ©Lantmäteriet geodatasamverkan.

1.3 Lëshänvisning

Denna rapport ska kunna läsas som ett fristående dokument. Därav sammanfattas en del av den information som redovisas i riskbedömningen (Sweco, 2025) med tillhörande bilagor A-C. Detta gäller de inledande avsnitten (2, 3 och 4).

I avsnitt 4 redovisas de utgångspunkter som den övergripande åtgärdsutredningen baseras på. I avsnitt 5 beskrivs åtgärds-kategorier och -metoder och vilka som bedöms möjliga att tillämpa inom planområdet.

I avsnitt 6 beskrivs respektive fastighet/delområde för sig med kort områdesbeskrivning, åtgärdsbehov, möjliga åtgärds-metoder och en uppskattad kostnad för schaktsanering baserad på schablonvärden redovisade i bilaga 3

och 4. I avsnitt 7 utvärderas åtgärderna baserats på dess måluppfyllelse, miljöpåverkan, kostnad, tekniska genomförbarhet, beständighet samt cirkulär masshantering.

1.4 Underlag

Som underlag till denna rapport har främst nedan listade rapporter använts. Men även underlag från utförda undersökning med flera rapporter har använts och samtliga listas i referenslistan i slutat av denna rapport. Samtliga rapporter som används som underlag till riskbedömningen inkl. bilagor listas i bilaga C till riskbedömningen (Sweco, 2025c).

- Bällsta hamn. Föroreningar i mark och grundvatten – Riskbedömning, övergripande rapport (Sweco, 2025).
- Bilaga A - Riskbedömning avseende spridning till ytvatten och sediment (Sweco, 2025a)
- Bilaga B - Bilaga B. Riskbedömning avseende människors hälsa och markmiljö (Sweco, 2025b)
- Bilaga C – Underlag för riskbedömning (Sweco, 2025c).
- Bällsta Hamn, PM Geoteknik Programhandling, ELU (BH-G1-2A06-002-PM). (ELU Konsult AB, 2025)
- PM Hydrogeologi (Bergab, 2025).

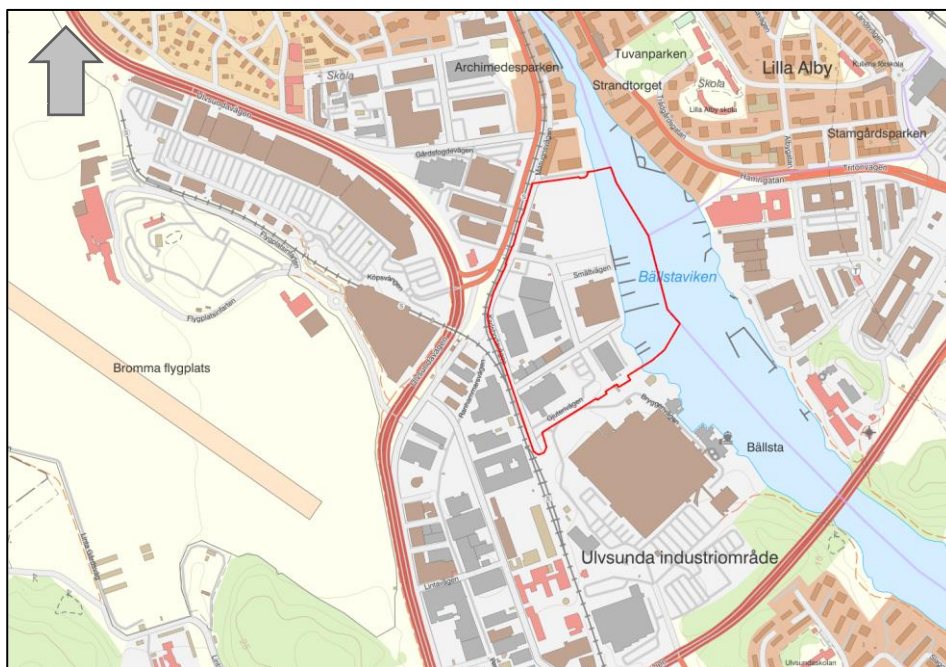
2 Områdesbeskrivning

2.1 Läge och omgivningar

Det aktuella detaljplaneområdet är lokaliserat inom den östra delen av Ulvsunda industriområde i Stockholm. Området omges av industriområden i norr, väst och söder samt Bällstaviken i öst (Figur 2). Området norr om detaljplaneområdet håller delvis på att omvandlas till område med flerbostadshus samt skola/förskola.

För området söder om planområdet finns planer på att omvandla befintliga byggnader till lokaler för kontors-, handels-, idrotts- och besöksverksamhet (Ramböll, 2022). På sikt planeras även för exploatering med bostäder och grönytor.

Planområdet utgör en topografisk lågpunkt i terrängen med marknivåer omkring +1,5 till +2 meter över havet närmast Bällstaviken. I de västra och nordvästra delarna är marknivån något högre med nivåer omkring +3 till +5 meter över havet.



Figur 2. Detaljplaneområdet markerat med röd linje. ©Lantmäteriet, geodatasamverkan.

2.2 Yt- och dagvattenförhållanden

Bällstaviken är den innersta delen av Ulvsundasjön som är en del av Mälaren. Ulvsundasjön har fritt vattenutbyte med Mälaren. Bällstaviken är lokaliserad mellan broarna Bällstabro i nordväst och Huvudstabron i sydöst och den utgör en naturlig gräns mellan Stockholm och kommunerna Sundbyberg och Solna. Förutom tillströmningen från Bällstaån kan viken få tillförsel av vatten via Tranebergssund i samband med högt vattenstånd i Mälaren.

Djupet i Bällstaviken ökar gradvis mot Ulvsundasjön och är vid Huvudstabron ca 6 m. Runt Bällstaviken och Ulvsundasjön finns strandpromenader, fritidsbåtshamnar, bad och goda förutsättningar för fiske.

Bällstaviken ingår i vattenförekomsten Mälaren – Ulvsundasjön (ID SE658229-162450 (VISS, 2025)). Den sammanvägda bedömningen för statusen av alla prioriterade ämnen resulterar i att god kemisk status inte uppnås i vattenförekomsten.

I Bällstavikens norra del mynnar Bällstaån ut. Bällstaån är ett av de större vattendragen i Stockholmsområdet. Bällstaån är viktig för avledningen av dagvatten. Bällstaån är en av Stockholms mest förorenade vattendrag, den har dålig ekologisk status och uppnår inte god kemisk status (Stockholms stad, 2024).

Idag finns två dagvattenutlopp i planområdet, varav ett är en större kulvert (dimension 1800 mm*1000 mm).

2.3 Framtida markanvändning

Detaljplanens syfte är att omvandla den nyare delen av Ulvsunda industriområde till blandad stadsbebyggelse med bostäder, verksamheter, service, gator, parker, kultur och idrottsytor samt säkerställa funktioner som

skola och förskolor. Planen ska även möjliggöra angöring av framtida pendel- och mindre båttrafik.

Figur 3 visar översiktsritning med landskapsutformning över hela detaljplaneområdet.



Figur 3. Översikt av planerad landskapsutformning, Nyréns.

I Hälsoriskbedömningen (Sweco, 2025b) har detaljplaneområdet delats in i mindre delområden, exponeringsenheter, i syfte att bedöma hälsoriskerna inom respektive delområde. Indelningen i exponeringsenheter har utgått från den planerade markanvändningen, se Figur 4.



Figur 4. Översikt av planerad markanvändning, Sweco 2025b. Gröna linjer som syns i vattenområdet markerar områden som ska fyllas ut för att skapa ny parkmark. Dessa områden ingår inte i någon exponeringsenhet eftersom det inte finns någon förorenad jord i dessa områden. Däremot finns det förorenade sediment som beaktas i denna åtgärdsutredning.

2.4 Geologi och hydrogeologi

Miljötekniska- och geotekniska undersökningar som har utförts inom området visar att jordarterna inom planområdet utgörs av fyllnadsmassor ovanpå lera och friktionsjord (morän) samt berg. I delar av området förekommer lera direkt på berg. Fyllnadsmassornas mäktighet varierar inom området från ca 1-2 m med större mäktighet närmast Bällstaviken (upp till ca 4 m). Lerans mäktighet ökar i riktning mot Bällstaviken (östlig riktning) och varierar generellt från cirka 3 till mer än 15 m. Inom planområdets södra och sydvästra utkanter förekommer mindre områden med litet jorddjup, inom dessa områden förekommer fyllning direkt på berg.

Grundvattnet inom planområdet förekommer i två magasin. Det övre magasinet ligger i fyllnadsmaterialet ovan lerlagret och betraktas som ett öppet magasin. Det undre magasinet är ett slutet magasin och förekommer under leran i friktionsjorden.

Hydraulisk kontakt mellan de två magasinerna kan finnas inom områden där moränen går i dagen samt vid kortslutning mellan övre och undre magasin på grund av husgrundläggning, ledningar eller motsvarande.

Grundvattnet i det övre magasinet påträffas cirka 0,5 till 2 m under markytan (ca +1,5 till +0,5 RH2000). Avståndet från markyta till grundvattenytan är minst inom detaljplaneområdets norra och sydöstra del. Inom planområdets sydvästra del har inget ytligt grundvattenmagasin påträffats vid utförda undersökningar.

Grundvattnet i det undre magasinet påträffas i friktionslagret, 7 till 17 m under markytan (-2 till -16 RH2000). Avståndet till det undre magasinet är generellt minst inom områdets västra delar. Inom områden där avståndet från markytan till underliggande berg är litet (planområdets sydvästra del) förekommer inget undre magasin. Grundvattnet i det undre magasinet är ett slutet magasin, med en trycknivå på omkring +2 till +0, vilket som minst motsvarar 1 under befintlig markyta.

Vid utförda undersökningar har trycknivån i det undre magasinet legat i nivå med trycknivån i det övre magasinet (Sweco, 2022), (Bergab, 2025). I vissa punkter har trycknivån i det undre magasinet varit något högre än trycknivån i det övre magasinet, men även det motsatta har observerats. Det är därmed osäkert om eventuell spridning mellan de olika magasinerna sker från ytligt till djupt eller från djupt till ytligt magasin. Det kan sannolikt variera inom området. Dataunderlaget är litet varför det inte går att dra några säkra slutsatser.

Den generella strömningsriktningen i både det övre och undre magasinet är mot öst.

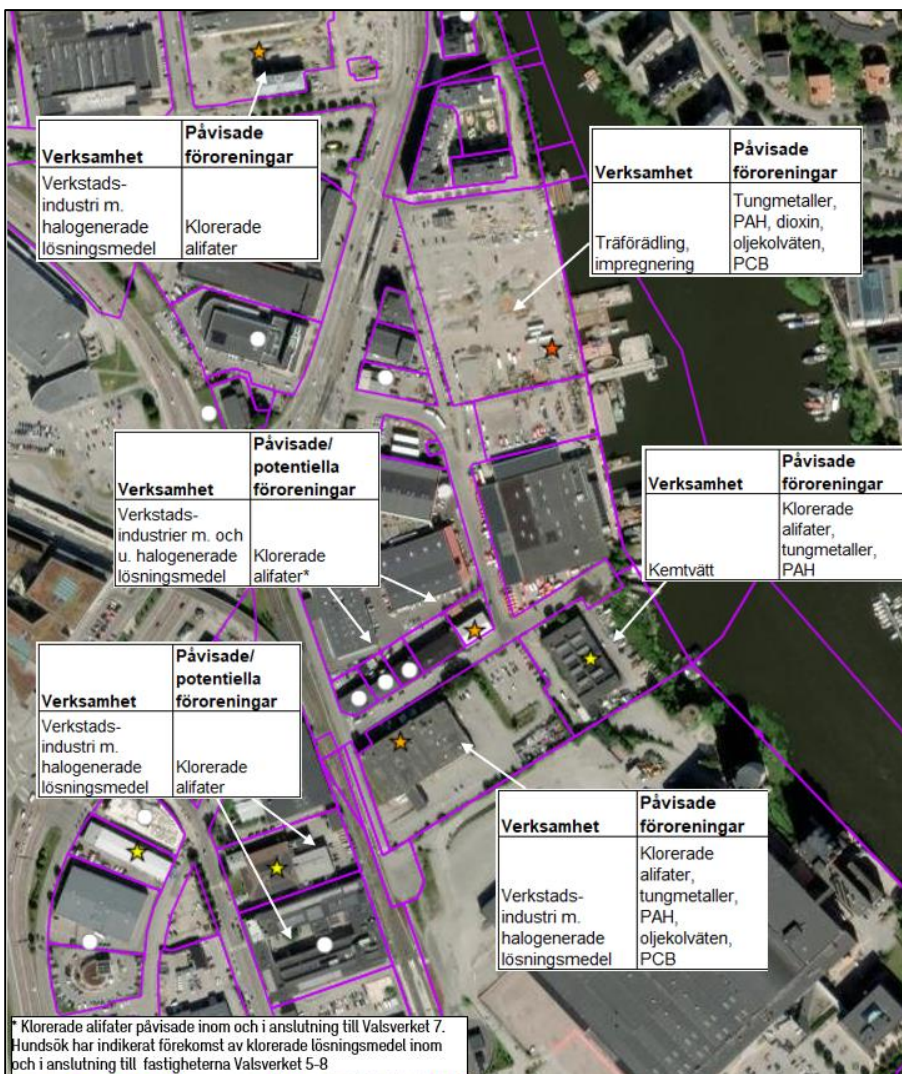
3 Föroreningssituation

Ett flertal miljötekniska markundersökningar har utförts inom och i anslutning till området. Undersökningarna omfattar provtagning av jord, grundvatten, ytvatten, sediment porluft och luft i ledningar. En redovisning av samtliga utförda undersökningar finns i de resultatrapporter som tagits fram dessa listas i bilaga C till den övergripande riskbedömningsrapporten (Sweco, 2025c). Nedan följer en sammanfattning av föroreningssituationen baserat på vad som beskrivits i riskbedömningen för hälsa och miljö (Sweco, 2025a) (Sweco, 2025b).

Området är utfyllt och därmed diffust förorenat av ämnen som tillförts området med olika fyllnadsmassor. Förhöjda halter av PAH, tungmetaller och oljeföroreningar förekommer i fyllnadsmassorna inom området.

Utöver dessa diffusa föroreningar har området även påverkats av historiska verksamheter som bedrivits inom och uppströms området. I Figur 5 sammanfattas de konstaterade eller misstänkta källområden inom och uppströms planområdet som bedöms vara av störst betydelse för föroreningsituationen inom planområdet.

Utöver de källor som redovisas i figuren finns även en mindre bensinanläggning lokaliserad inom fastigheten Gjutmästaren 3. Bensinanläggningen, som utgörs av en nergrävd cistern med tillhörande pump mellan huvudbyggnaden och Bällstaån, har inte undersökts. Det är därmed osäkert om verksamheten gett upphov till förorening av jord, grund- och/eller ytvatten.



Figur 5. Identifierade föroreningskällor inom och uppströms planområdet. Stjärnorna utgör identifierade efterbehandlings-objekt (EBH) enligt Länsstyrelsens EBH-stöd. Röda stjärnor – riskklass 1, gula stjärnor – riskklass 3, orangea stjärnor – riskklass 2, vita cirklar – identifierad verksamhet, ingen riskklass tilldelad.

Förhöjda föroreningshalter påvisas i jord inom delar av området. De ämnen som förekommer i störst omfattning i halter över Naturvårdsverkets generella riktvärden utgörs av PAH, alifater >C16-C35, PCB7 och PFAS (mer än 20 % av uttagna prover överskrider Naturvårdsverkets generella riktvärden för känslig markanvändning, KM). I bilaga 1 redovisas översiktliga kartor med föroreningsgrad baserat på haltindelning med avseende på känslig markanvändning (KM), mindre känslig markanvändning (MKM) med flera bedömningsgrunder.

Även tungmetaller, främst arsenik, bly och koppar, förekommer i förhöjda halter i förhållande till nämnda riktvärden, dock i något mindre omfattning. Inom området förekommer även halter av dioxin över KM. De förhöjda dioxinhalterna förekommer främst inom Masugnen 1 i den norra delen av planområdet.

Förhöjda halter av bl.a. PAH och PFAS har påvisats i grundvatten inom planområdet. Även alifater och aromater har påvisats i förhöjda halter, främst inom planområdets södra del. Inom planområdets norra del förekommer även avvikande höga halter av arsenik, koppar och zink i grundvatten. Nämnda ämnen förekommer huvudsakligen i förhöjda halter i det ytliga grundvattenmagasinet bortsett från PFAS som uppmätts i förhöjda halter både i djupt och ytligt magasin.

Förorening av klorerade alifater har påvisats inom och uppströms planområdet. Föroreningarna har främst påträffats i grundvatten både i ytligt och djupt grundvatten inom planområdets södra och centrala del. De klorerade alifater som finns i grundvattnet är i huvudsak tetrakloreten (PCE), trikloreten (TCE), cis-1,2 dikloreten (cis-1,2-DCE) och vinylklorid (VC).

Klorerade alifater har generellt inte uppmätts i jord inom detaljplaneområdet i halter över Naturvårdsverkets generella riktvärden för känslig markanvändning (KM) bortsett från ett mindre område inom planområdets södra del. Området är lokaliserat i korsningen mellan fastigheterna Valsverket 7 samt Gjutmästaren 3, 4 och 5.

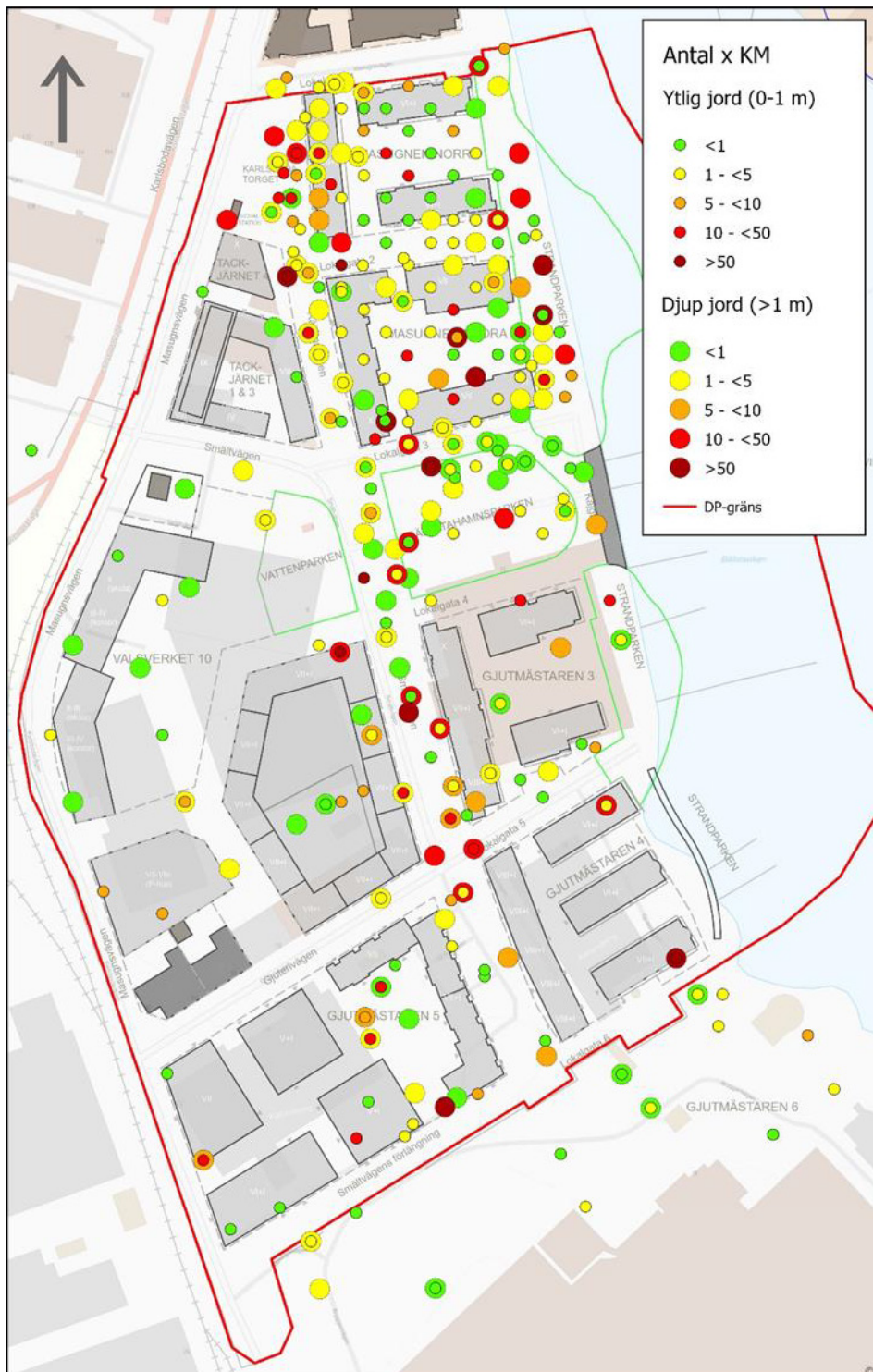
I Figur 6 redovisas resultat från uttagna jordprover klassade mot Naturvårdsverkets generella riktvärden för KM.

Föroreningar förekommer också i grundvattnet utanför och uppströms planområdet. Dessa föroreningar sprider sig med största sannolikhet in på området redan idag och kan komma att sprida sig i framtiden om inga åtgärder vidtas inom dessa områden. De mest förekommande föroreningarna uppströms området är klorerade alifater och PFAS.

Föroreningar finns även i sedimenten i Bällstaviken. Förhöjda halter av metaller, PAH, tennorganiska föroreningar, PCB, PFAS, dioxiner och petroleumkolväten har påträffats i sediment i Bällstaviken. De högsta halterna av koppar, kvicksilver, PAH, tennorganiska föroreningar samt tyngre petroleumkolväten har påträffats i djupintervallet 0,0 - 0,2 m i norra delen av undersökningsområdet längs strandlinjen i anslutning till fastigheterna f.d. Masugnen 7 (nuvarande Schaktugnen 1-3), Masugnen 1, Ulvsunda 1:14 och Gjutmästaren 3. Det är troligt att föroreningarna härrör från tidigare verksamheter inom dessa fastigheter såsom tryckimpregnering, bensinanläggning, båtbottnfärg m.m samt från dagvattenutsläpp från området, då det går en dagvattenledning som leds ut i Bällstaviken mellan Masugnen 1 och Ulvsunda 1:14.

Minskande halter noteras i de djupare liggande sedimentlagren, dock är dataunderlaget för litet för att kunna göra en säkrare bedömning om haltfördelningen djupare än 0,2 m.

Det är en stor till mycket stor avvikelse jämfört med regionala bakgrundshalter för metallerna bly, kadmium, krom, koppar, zink och kvicksilver i ytliga sedimentlager (0-0,2 m under sedimentytan). Bly, koppar, kvicksilver, PAHer, PCB och dioxiner har påträffats i halter med stor till mycket stor avvikelse jämfört med regionala bakgrundshalter även i djupare liggande sediment (> 0,4 m under sedimentytan).



Figur 6. Uppmätta föroreningshalter i jord i förhållande till känslig markanvändning, KM. Kartan visar högsta tilldelade klass för respektive provpunkt och djupintervall, oavsett ämne. ©Lantmäteriet, datasamverkan.

4 Utgångspunkter för åtgärdsutredningen

4.1 Övergripande åtgärds mål

De övergripande åtgärds målen utgör underlag för riskbedömningen och ingår som en del i den process för att välja efterbehandlingsåtgärd som Naturvårdsverket tagit fram (Naturvårdsverket, 2009). Syftet med de övergripande åtgärds målen är att beskriva vilken användning eller funktion som önskas inom ett område samt vilka störningar kopplade till föroreningar som kan accepteras inom området eller i omgivningen. Övergripande åtgärds mål för detaljplaneområdet Bällsta Hamn har tagits fram av Sweco i samarbete med Exploateringskontoret, Stockholms stad, dessa redovisas nedan:

1. Området ska kunna nyttjas för bostäder och verksamheter av innerstadskaraktär utan att människor utsätts för oacceptabla hälsorisker genom exponering för föroreningar i mark och grundvatten.
2. Föroreningar inom området ska inte innebära en oacceptabel påverkan på markecosystemets förmåga att utföra de funktioner som förväntas vid den planerade markanvändningen.
3. Spridning av föroreningar från detaljplaneområdet ska inte innebära en oacceptabel risk för Bällstavikens vattenkvalitet eller ekosystem, inom eller utanför detaljplaneområdet.
4. Spridning av föroreningar från sediment inom detaljplaneområdet ska inte medföra oacceptabla risker för vattenkvalitet eller ekosystem, inom eller utanför detaljplaneområdet.
5. Vid val av efterbehandlingsåtgärder ska ianspråktagande av naturresurser beaktas. Särskilt beaktas utsläpp av fossil koldioxid samt uppkomst av avfall och möjligheter till behandling av detta.

4.2 Naturvårdsverkets utgångspunkter för åtgärder

Det övergripande syftet med åtgärder av förorenade områden är att långsiktigt minska risken för skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön samt att minska förekomst av skadliga ämnen i miljön (Naturvårdsverket, 2009).

Naturvårdsverket har formulerat principer som bör beaktas vid formulering av åtgärdsalternativ (Naturvårdsverket, 2023). Dessa framgår av Tabell 1 tillsammans med hur dessa beaktas i åtgärdsutredningen.

Tabell 1. Naturvårdsverkets principer för formulering av åtgärdsalternativ och hur de beaktas i denna övergripande åtgärdsutredning (Naturvårdsverket 2023).

Naturvårdsverkets principer som bör vara vägledande	Beaktas
Val av efterbehandlingsåtgärd bör utgå från vad som är miljömässigt, socialt och ekonomiskt hållbart.	Beaktas senare i riskvärderingsprocessen
Andra åtgärdsmetoder än schakt och deponi ska beaktas vid val av åtgärd, och förordas i de fall det är tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt.	Se avsnitt 5 för motivering av tillämplighet av metoder.
Åtgärderna bör vara av engångskaraktär, fler åtgärder ska inte behövas utifrån den markanvändning som området efterbehandlas till. Återkommande åtgärder ska inte behövas, annat än för att följa upp effekterna av åtgärden.	Ja, dock kan ingående moment behöva upprepas under åtgärdstiden.
Skador som kan uppstå under genomförandet bör vara mindre än de skador som totalt kan komma att orsakas av det förorenade området.	Beaktas senare i riskvärderingsprocessen
Åtgärder bör väljas och genomföras så att intrånget i andra intressen blir så litet som möjligt, till exempel vad gäller kulturminnesvärden.	Beaktas senare i riskvärderingsprocessen
Återställning efter avslutad åtgärd av det förorenade området bör göras på ett sätt som stödjer ekosystemtjänster och naturvärden i så stor utsträckning som möjligt, utifrån dess koppling till avhjälpandeåtgärder inom området.	Beaktas inte då åtgärderna genomförs för att omvandla ett f.d. industriområde till i första hand bostadsområde. Principen hanteras i detaljplanen.

4.3 Områdesavgränsning och platsspecifika förutsättningar

4.3.1 Delområden

Som anges i avsnitt 2.3 har detaljplaneområdet delats in i delområden utifrån planerad markanvändning. Samma indelning tillämpas i denna åtgärdsutredning men där några områden har slagits samman bland annat för att inte behöva återupprepa text som gäller för områden, se Tabell 2.

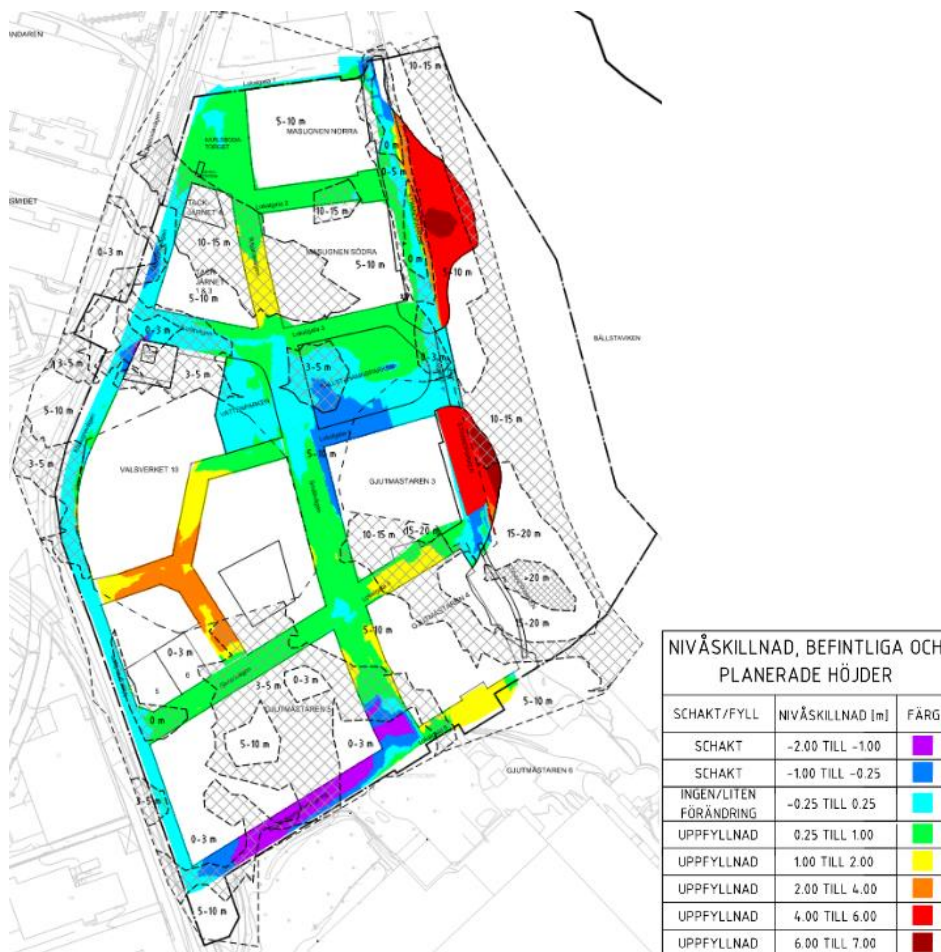
Tabell 2. Delområden som omfattas av åtgärdsutredningen. *LÄP = anläggning under mark för lokalt omhändertagande av dagvatten, Lokalt åtgärdsprogram för Mälaren-Ulvsundasjön

Fastighet/delområde	Exponeringsenheter	Markanvändning	Källare/garage
Masugnen 1	Masugnen N & S	Bostäder	Delvis
Tackjärnet 1, 3,4	Tackjärnet	Bostäder	Delvis
Gjutmästaren 3, 4 och 5	GM3, GM4 & GM5	Bostäder, förskola	Delvis
Valsverket 7, 8 och 10	V10 skola & V10 bostäder	Förskola, skola, kontor och bostäder	Osäkert
Strandparken	SP norr & SP syd	Parkområde	
Bällstahamnsplanen & Vattenparken	BH parken & Vattenparken	Parkområde	LÄP*
Karlsbodatorget	KB Torget	Torg	
Smältvägen	Smältv N & S	Gata	Nej

Del av Valsverket 10 där ett parkeringsgarage planeras samt Valsverket 5 och 6 omfattas inte, eftersom riskbedömningen inte kunnat visa på ett åtgärdsbehov inom dessa områden.

4.3.1 Geotekniska förutsättningar och planerade mark- och anläggningsarbeten

Figur 7 visar en översikt över planerad schakt och fyllning i områden för allmän platsmark baserad på planerad marknivå jämfört mot dagens marknivå. Generellt avses marknivån bli ganska så oförändrad gentemot dagens markyta. Inom områden från blå, cyanblå och grönt i Figur 7 ändras marknivån som mest med +-1 meter. Större schakt planeras i södra området i Smältvägens förlängning, och fyllning genomförs i huvudsak vid strandparken och i kvarteret Valsverket.



Figur 7. Översikt över schakt/fyllning i området (ELU Konsult AB, 2025).

I Figur 8 redovisas områden inom detaljplaneområdet där geotekniska frågeställningar särskilt har utretts (ELU Konsult AB, 2025). De rödmarkerade delområdena bedöms vara särskilt intressanta platsspecifika förutsättningar att beakta i denna åtgärdsutredning.

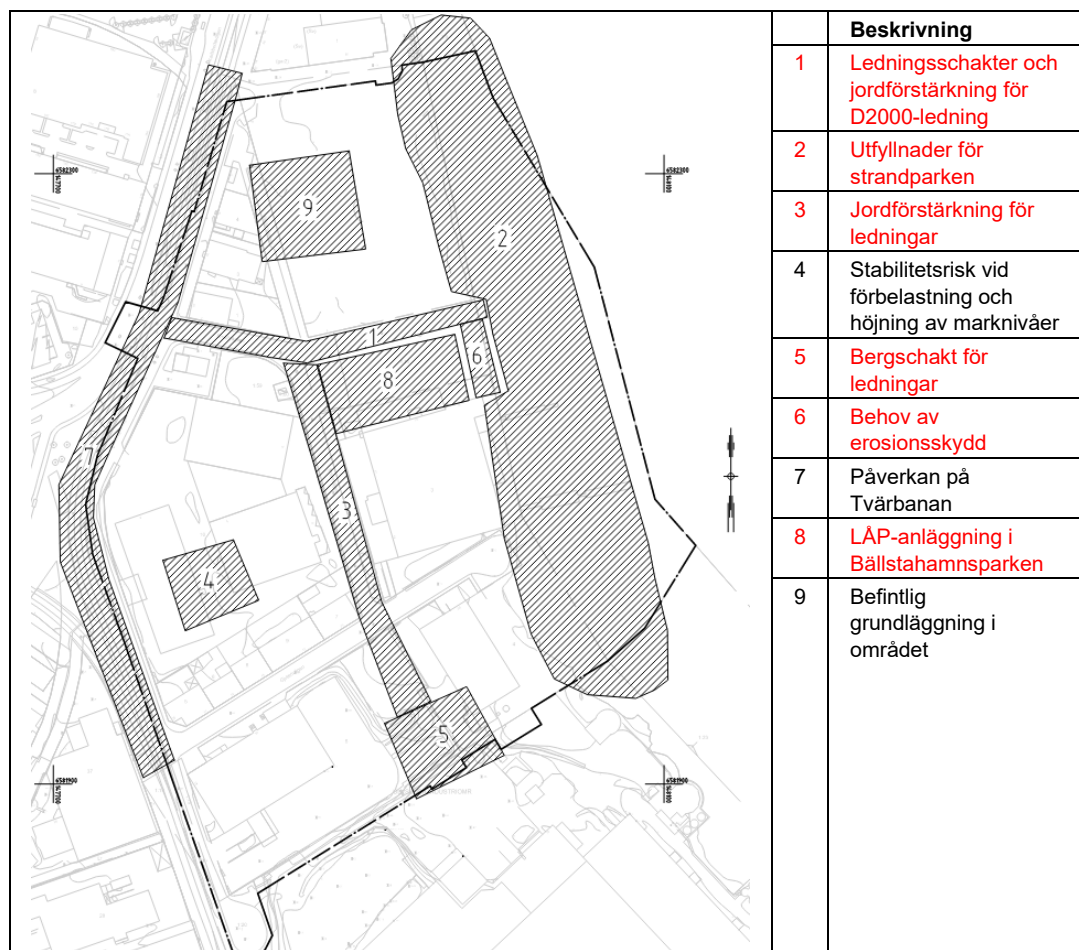
Anläggandet av en stor dagvattenledning (D2000-ledning) innebär geotekniska utmaningar och kommer att medföra betydande schakter och även jordförstärkning (område 1 i Figur 8). Schakt och jordförstärkning behövs även för andra ledningar i området (område 3 i Figur 8). Område 1 berör den norra delen av Smältvägen och Bällstahamnsplanen och område 3 Smältvägen. I den södra delen av Smältvägen kommer det troligen behövas schakt i berg (område

5 i Figur 8). All typ av schakt innebär omhändertagande av massor som kan vara förorenade samt hantering av länsvatten som även det kan vara förorenat.

Inom Bällstahamnsparken planeras även för en LÅP-anläggning (Lokalt åtgärdsprogram) för sedimentation av dagvatten (område 8 i Figur 8).

Strandparken planeras att omfatta grönområden och promenadstråk invid Bällstaviken. I dagsläget löper kajer längs Bällstaviken. Dessa kommer delvis att rivas när strandpromenaden ska byggas. I söder planeras en bro som förbinder strandpromenaden mot vägar i söder. För anläggandet av strandparken krävs omfattande utfyllnader i Bällstaviken för att tillskapa markområden (område 2 i Figur 8).

För att pendelbåttrafik ska kunna angöra detaljplaneområdet behövs en båtbygga. För anläggandet av denna båtbygga erfordras muddring samt ett erosionsskydd för att minska risken för ras och skred (område 6 i Figur 8).



Figur 8. Områden inom detaljplaneområdet där geotekniska frågeställningar behandlas. De rödmarkerade delområdena bedöms vara särskilt intressanta platsspecifika förutsättningar att beakta i denna åtgärdsutredning (ELU Konsult AB, 2025)

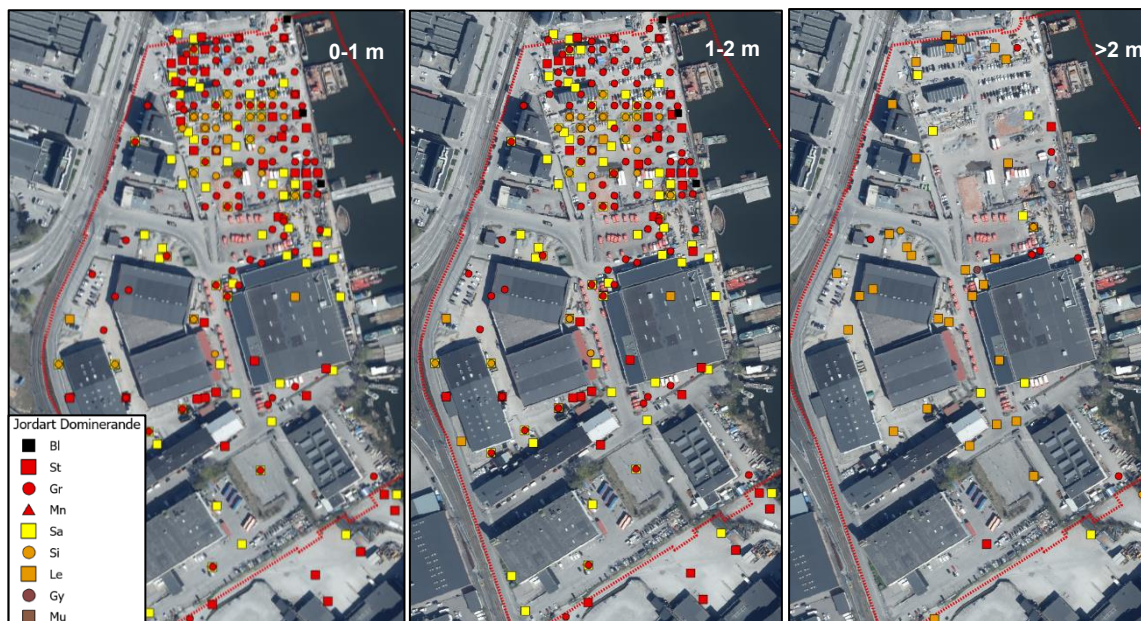
4.3.2 Jordarter och föroreningsnivå

Fyllningen inom markens översta skikt, 0-1 m, utgörs till stor del av mer grovkorniga fyllnadsmassor, sand, grus och sten, se Figur 9 och bilaga 2.

Ställvis förekommer dock mer finkorniga fyllnadsmassor med stor andel lera och/eller silt. Den andra metern under markytan utgörs också till stor del av sten, grus och sand men en betydande andel av provpunkterna indikerar övergång till lera i djupintervallet 1-2 meter under markytan. Längre ner i jordprofilen övergår jordarterna i mer finkorniga jordtyper, framförallt lera men även silt.

Baserat på utförda markundersökningar inom planområdet har en teoretisk fördelning av förorening i olika jorddjup uppskattats för planområdet för att beräkna potentiella mängder av jordmassor. Dessa kvoter redovisas i Bilaga 3 och används som grund för uppskattning av mängder inom olika föroreningsintervall baserat på utförda undersökningar inom planområdet. Antagandet för beräkning av volym förorenade jordmassor samt mängd av olika typer av jordmassor utgår ifrån att yttlig jord innebär den översta metern av exponeringsenheten. Djup jord innebär jord i jorddjup 1–2 meter under markytan. Antagandet utgår även ifrån att föroreningssituationen i yttlig och djup jord är likvärdig mellan de olika fastigheterna.

I denna rapport antas att endast djup jord mellan 1-2 meter behöver åtgärdas, men det är högst troligt att även jord på större djup behöver åtgärdas. Dock bedöms dessa områden vara begränsade och endast beröra vissa fastigheter och föroreningstyper (exempelvis punktkällor med oljekolväten eller klorerade alifater). Inom delar av planområdet ska marken höjas jämfört med dagens marknivå. Det kan innebära förändringar till vilket djup saneringsåtgärder behövs. Bygger man upp marknivån med tillförda massor kan omfattningen på saneringsschakten eventuellt minskas. Frågan behöver utredas i detalj inom respektive exploateringsprojekt.



Figur 9. Jordarter inom ytliga jordlager, 0–1 m, 1-2 m samt >2 m under markytan. Se bilaga 2 för större bild och fler djupnivåer. ©Lantmäteriet geodatasamverkan

4.3.3 Återkontaminering

Exploatering av detaljplaneområdet kommer utföras av olika aktörer i olika skeden under troligen 10-tals år framöver. Detta medför att åtgärder som beskrivs i denna rapport kan pågå under flera år och att det finns risk för återkontaminering av fastigheter som sanerats i tidigt skede. Risk för återkontaminering finns även då förorenat grundvatten strömmar in till detaljplaneområdet från fastigheter som ligger uppströms.

4.4 Klimataspekter

En åtgärdsutredning bör ta hänsyn till påverkan av klimatförändringar. Exempel på klimatrelaterade processer är:

- Kraftigare nederbörd som kan ge översvämningar, ras, skred, erosion, stigande grundvattennivåer och ändrade strömningsförhållanden i grundvattnet etc.
- Torka som kan ge minskad infiltration och sjunkande grundvattennivåer etc.
- Värme ger högre temperatur i jordlager och grundvatten vilket kan ge ökad gasavgång och biologisk nedbrytning etc.

Förändringar i klimatet kommer att påverka det aktuella objektet men exakt vilka och hur stora effekterna blir är inte känt. Vilka följeffekterna blir och i vilken omfattning är också oklart, exempelvis hur ekosystem förändras.

Enligt Länsstyrelsens rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå för ny bebyggelse vid Mälaren, så motsvarar nivån +1,5 m (RH2000) en 100-årsnivå, och +2,7 m (RH2000) motsvarar beräknad högsta nivå (BHN) (Länsstyrelserna, 2015). Med grundläggningsnivå menas underkant på grundsula eller betongplatta. Inom detaljplaneområdet är lägsta grundläggningsnivå bostäder, kontor och lokaler angiven till +2,7 m över nollplanet. Byggnadskonstruktioner ska utföras vattentäta under nivån +2,7 meter över nollplanet. Ventilationsöppningar, dörrar, fönster och garageinfarter får inte placeras under +2,7 meter över nollplanet.

Grundvattennivåerna i det övre magasinet styrs i hög grad av vattennivån i Bällstaviken. Bällstaviken mynnar i Ulvsundasjön, Mälaren, vars vattennivåer styrs av dammluckor, bl.a. vid Slussen. Slussen byggs för närvarande om för att kunna släppa ut mer vatten när behov uppstår. Föreslaget medelvattenstånd i Mälaren efter ombyggnationen kommer att vara +0,87 m (RH2000) vilket inte skiljer sig nämnvärt mot dagens reglering (SMHI, 2011). Ombyggnationen medför att de högsta vattenstånden kommer att kunna hållas på en lägre nivå jämfört med innan ombyggnationen samt att de lägsta vattenstånden kommer kunna hållas på en något högre nivå.

Inom ramen för arbetet med detaljplanen har modellering utförts av olika scenarion för möjliga skyfall (Norconsult, 2025). Modelleringen visar att mycket av ytavrinningen kommer ledas mot Bällstahamnsparken. Inom ramen för arbetet med detaljplanen kommer risk för översvämningar, ras, skred och erosion beaktas.

Sammanfattningsvis bedöms de klimatrelaterade aspekterna som listas ovan vara små och bedöms inte direkt påverka valet av åtgärder som föreslås i

denna utredning varken på kort eller lång sikt. Klimataspekterna behandlas därmed inte vidare i rapporten.

4.5 Riskbedömning och utvärdering av övergripande åtgärds mål

Riskbedömningen har utgått från de övergripande åtgärds mål som tagits fram för detaljplaneområdet Bällsta Hamn och som redovisas under avsnitt 4.1. De övergripande åtgärds målen bedöms i dagsläget inte vara uppfyllda. En bedömning av måluppfyllelse med kommentar redovisas i Tabell 3.

Resultatet från riskbedömningen avseende människors hälsa och markmiljö visualiseras i Figur 10.

Tabell 3. Bedömning av om de övergripande åtgärds målen uppfylls.

Övergripande åtgärds mål	Uppfylls	Kommentar
Området ska kunna nyttjas för bostäder och verksamheter av innerstadskaraktär utan att människor utsätts för oacceptabla hälsorisker genom exponering för föroreningar i mark och grundvatten.	Nej	Befintligt dataunderlag indikerar att åtgärds målet <u>inte kommer uppfyllas</u> vid den planerade markanvändningen <u>utan att riskreducerande åtgärder först vidtas</u> . Åtgärder avser föroreningar i ytlig och djup jord samt sannolikt även i grundvatten (främst ytligt grundvatten)
Föroreningar inom området ska inte innebära en oacceptabel påverkan på markecosystemets förmåga att utföra de funktioner som förväntas vid den planerade markanvändningen.	Nej	Befintligt dataunderlag indikerar att åtgärds målet <u>inte kommer uppfyllas</u> vid den planerade markanvändningen <u>utan att riskreducerande åtgärder först vidtas</u> . Åtgärder avser föroreningar i ytlig jord.
Spridning av föroreningar från detaljplaneområdet ska inte innebära en oacceptabel risk för Bällstavikens vattenkvalitet eller ekosystem, inom eller utanför detaljplaneområdet.	Nej	Beräknade halttillskott av flera olika föroreningar kan innebära oacceptabel risk på recipienten och ett överskridande av MKN. Det behövs dock kompletterande undersökningar för att bekräfta dessa slutsatser.
Spridning av föroreningar från sediment inom detaljplaneområdet ska inte medföra oacceptabla risker för Bällstavikens vattenkvalitet eller ekosystem, inom eller utanför detaljplaneområdet.	Nej	Höga halter av flera olika föroreningar i sedimenten som riskerar att påverka ekosystemen i Bällstaviken och att spridas inom vattenförekomsten, både inom och utanför planområdet. Det behövs dock kompletterande undersökningar av sedimenten för att avgöra risken för spridning.

4.5.1 Hälsorisker

Riskbedömningen visar att föroreningssituationen inom stora delar av planområdet kan utgöra en risk för människors hälsa vid den planerade markanvändningen.

Identifierade risker avser kontinuerlig exponering för framförallt PAH-H samt, till mindre del, arsenik, bly, dioxin och PCB via främst intag av förorenad jord och

växter. Inom mindre delar av planområdet kan föroreningsituationen även utgöra en risk vid enstaka intag av en något större mängd jord (s.k. korttidsexponering).

Utöver ovan nämnda exponeringsvägar indikerar riskbedömningen även att inandning av ångor från flyktiga föroreningar (främst PAH-M och vinylklorid) kan komma att utgöra en risk för människors hälsa vid den planerade markanvändningen. Risker kopplade till inandning av ånga är dock mycket osäkra och behöver utredas ytterligare innan några säkra slutsatser kring potentiella hälsorisker kan dras, se (Sweco, 2025b).

Identifierade risker kopplas till förekommande föroreningar i ytlig (0-1 m) och djup jord (> 1 m) samt i ytligt grundvatten (övre magasin). Risker kopplade till föroreningar i djup jord avser främst potentiell kontaminering av ytliga jordlager genom vertikal förorenings-spridning från djup jord till ytligare jord. Risker kopplas även till ångtransport av flyktiga ämnen (främst PAH-M) till framtida byggnader. Denna risk är dock, som nämns ovan, mycket osäker.

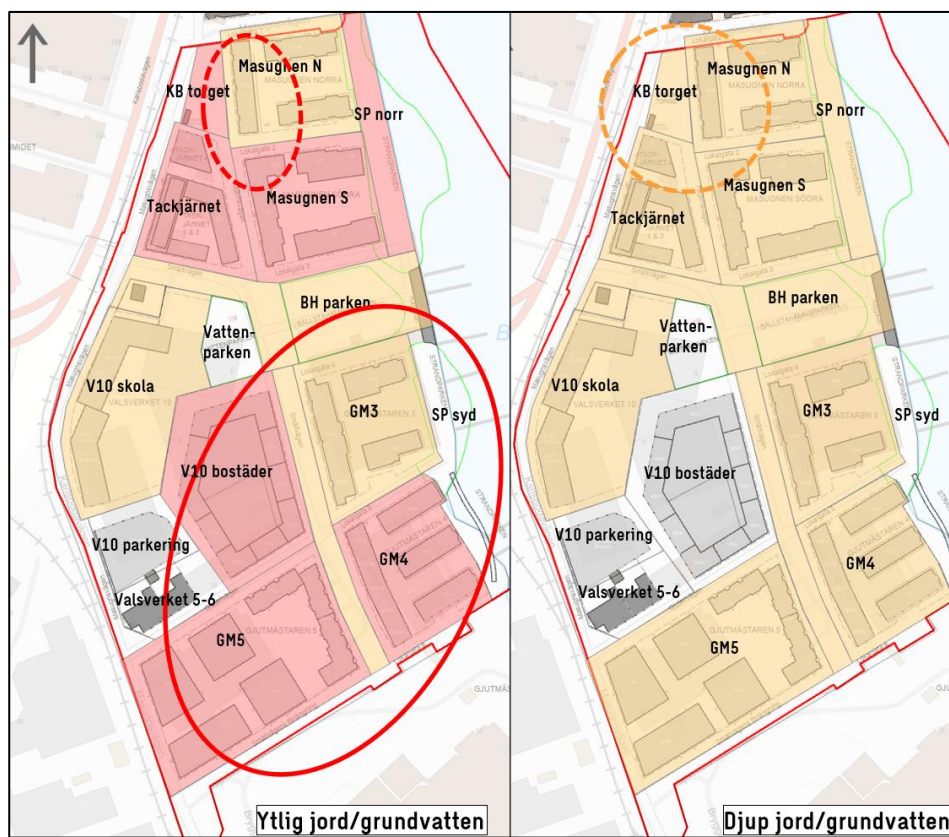
Risker avseende förekommande föroreningar i grundvatten utgörs främst av potentiell exponering via inandning av ånga.

Spridningen av PAH-H i ytligt grundvatten inom planområdets södra del kan möjligtvis utgöra en risk för människor som konsumerar fisk från ytvatten nedströms planområdet. Riskerna är dock mycket osäkra och behöver utredas ytterligare innan några säkra slutsatser kring potentiella hälsorisker kan dras. För övriga ämnen bedöms spridning med grundvatten från planområdet till omgivande områden inte utgöra en oacceptabel hälsorisk.

4.5.2 Risk för markmiljö

Riskbedömningen visar att föroreningsituationen inom delar av området kan utgöra en oacceptabel risk för marksystem inom planområdet.

Styrande föroreningar utgörs främst av PAH-M och PAH-H. Risker avser föroreningar i ytlig jord.



Figur 10. Områden med identifierade hälsorisker och/eller risker för markmiljö. Till vänster ytlig jord/grundvatten, till höger djup jord/grundvatten. ©Lantmäteriet geodatasamverkan

4.5.3 Risk för ytvatten

Riskbedömningen visar att föroreningssituationen i framför allt ytligt men även djupt grundvatten har potential att utgöra en oacceptabel risk för ytvattnet Bällstaviken som tillhör vattenförekomsten Mälaren – Ulvsundasjön.

Utgående grundvatten bedöms i dagsläget medföra potential för oacceptabel belastning på recipienten Bällstaviken. Hålltillskotten av olika föroreningar innebär att miljökvalitetsnormerna riskerar att överskridas. De ämnen som tydligast indikerar en risk för att miljökvalitetsnormerna överskrids är koppar samt PAH-ämnena bens(a)pyren, bens(b,k)fluoranten och benso(ghi)perylene.

Belastningen av majoriteten av ämnen via grundvatten från området bedöms dock inte medföra en oacceptabel påverkan i jämförelse med övriga källor, som t.ex. Bällstaån.

4.5.4 Risk avseende spridning av förorenade sediment

Riskbedömningen visar att föroreningssituationen i sedimenten inom planområdet kan utgöra en oacceptabel risk för ekosystemen i Bällstaviken samt en oacceptabel risk med avseende på spridning inom Bällstaviken och vattenförekomsten Mälaren – Ulvsundasjön.

I sedimenten har höga halter av flertalet föroreningar påvisats. Styrande föroreningar utgörs främst av metaller, PAH, TBT, PCB, dioxin, PFAS och petroleumkolväten.

Det behövs dock kompletterande undersökningar av sedimenten för att avgöra risken för spridning.

4.6 Risker till följd av kommande exploateringsarbeten

Planerade arbeten i form av ledningsdragningar och andra anläggningsarbeten riskerar att skapa nya spridningsvägar för grundvatten och/eller ånga i ytliga jordlager/ytligt grundvattenmagasin. Djupa anläggningsarbeten riskerar att öppna upp spridningsvägar mellan det övre och det undre grundvattenmagasinet.

Den förstnämnda risken avser anläggningsarbeten i områden med höga halter av flyktiga föroreningar i jord och/eller grundvatten. Detta gäller framförallt inom planområdets södra del där föroreningar av klorerade alifater (främst VC) samt alifater >C12-C16 och PAH-M förekommer i höga halter i grundvatten. PAH-M förekommer i förhöjda halter i jord inom hela planområdet. Utförda undersökningar indikerar dock att ångtransporten i marken samt i befintliga ledningar inom planområdet är mycket begränsad. Dataunderlaget är begränsat.

Inom området planeras pålningsarbeten samt vissa djupare anläggningsarbeten, vilka skulle kunna komma att öppna upp spridningsvägar mellan det undre och övre grundvattenmagasinet. Allvarligast sett ur hälsorisksynpunkt är om grundvatten med höga föroreningshalter i det djupa grundvattenmagasinet sprids till det ytliga magasinet. Inom stora delar av planområdet förekommer halter av flyktiga föroreningar i det undre magasinet som skulle kunna medföra potentiella hälsorisker om föroreningarna transporteras upp till det övre magasinet.

Observerade grundvattennivåer inom planområdet tyder på att det kan finnas en risk för upptryckning av grundvatten från det undre magasinet till det övre magasinet om permanenta spridningsvägar genom det tätande lerlagret öppnas upp. De hydrogeologiska förutsättningarna är dock osäkra och behöver utredas ytterligare innan några säkra slutsatser kring spridningsförutsättningar mellan övre och undre magasin kan dras.

Tillfällig spridning kan även komma att ske i samband med installations- och/eller anläggningsarbeten om förorenat grundvatten och/eller jord trycks ner eller spolas upp i samband med arbetena.

Flera av de befintliga byggnaderna inom området är anlagda på pålar. Detta kan innebära att det redan i dagsläget förekommer spridning mellan det övre och det undre magasinet. Om pålarna dras upp vid framtida anläggningsarbeten kan detta medföra att ytterligare spridningsvägar öppnas upp, dels tillfälligt i samband med dragningen, dels permanent ifall leran som omsluter pålarna inte sluter tätt. Detta gäller även vid dragning av sponter.

4.7 Åtgärdsbehov

Inget av de fyra övergripande åtgärds målen bedöms vara uppfyllda, se Tabell 3. Riskreducerande åtgärder bedöms därmed komma att krävas för att säkerställa att marken kan göras lämplig för det tilltänkta ändamålet. Dataunderlaget är i flera fall begränsat och flera osäkerheter har identifierats i riskbedömningen vilka kan ha en påverkan på bedömningen. Dataunderlaget bedöms dock tillräckligt för att i detta skede möjliggöra en bedömning av den föreslagna planens lämplighet sett ur ett föroreningsperspektiv samt en utvärdering av möjliga åtgärds metoder som kan tillämpas för att säkerställa den samma. I det fortsatta arbetet kommer ytterligare undersökningar att krävas inom respektive fastighet/delområde för att tydliggöra behov och omfattning av riskreducerande åtgärder samt för att fastställa mätbara åtgärds mål. Vid framtagande av mätbara åtgärds mål ska, utöver miljö- och hälsoaspekter, även tekniska begränsningar, samhällsekonomiska och övergripande miljömässiga aspekter beaktas.

Det identifierade åtgärds behovet inom planområdet sammanfattas i Figur 11.

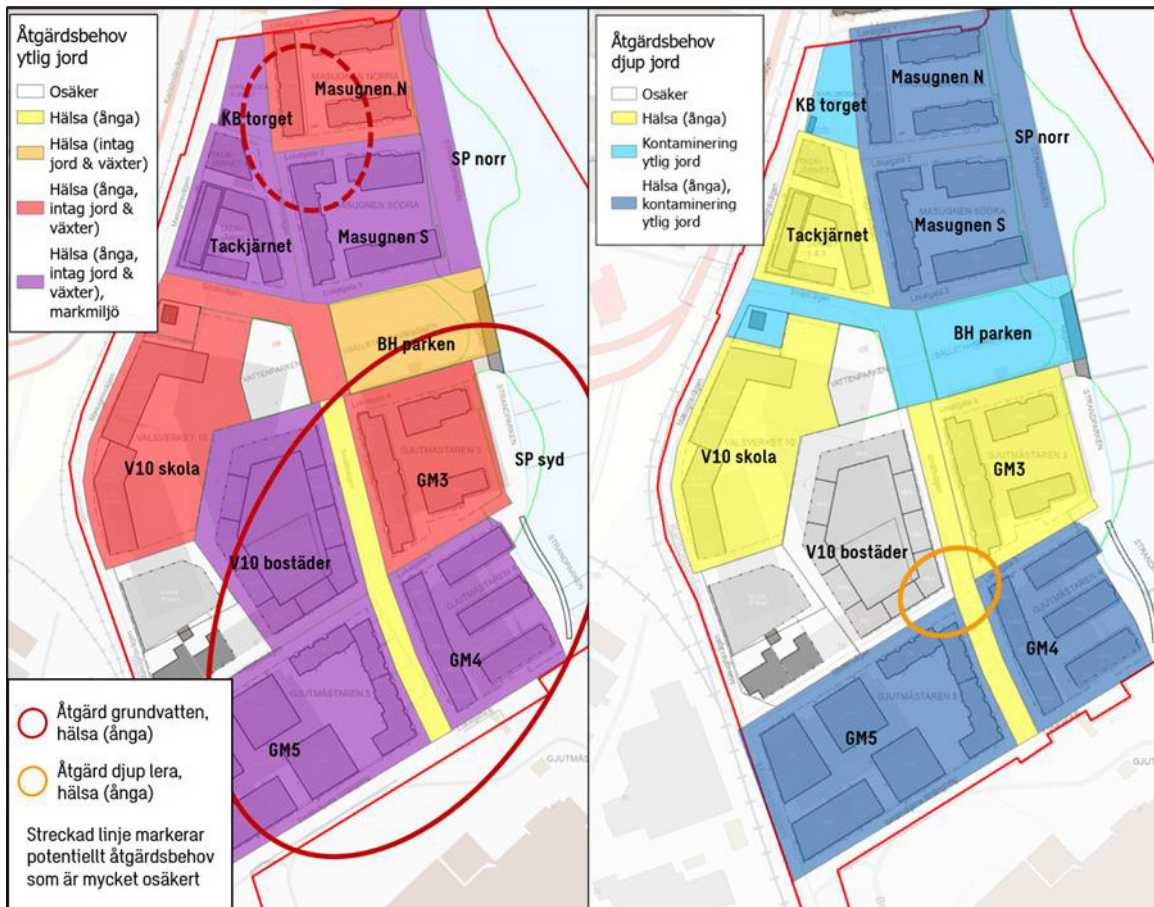
Åtgärder bör i första hand fokusera på att reducera människors exponering för ytlig förorenad jord samt att minska risker för vertikal förorenings spridning från djupa till ytligare jordlager.

Åtgärder behöver sannolikt även fokusera på att reducera risker kopplade till människors exponering via inandning av ånga. Omfattningen av dessa åtgärder är dock mycket osäker.

Stor del av de föroreningar som förekommer i fyllnadsmassor inom markens omättade zon (ovan grundvattenytan) kommer att schaktas bort i samband med planerade exploateringsarbeten. Detta kommer medföra en betydande reduktion av identifierade hälsorisker. Ytterligare åtgärder bedöms dock sannolikt behöva utföras. Åtgärder avser föroreningar i både omättad och mättad zon (under grundvattenytan).

Utöver de områden som färgmarkerats i Figur 11 finns eventuellt även ett åtgärds behov avseende förorenad jord inom ofärgade delar av området (exponerings enheter V10 parkering, Valsverket 5-6 och SP syd samt i vägar Masugns vägen och Smältvägens förlängning). Dataunderlaget är dock för litet för att avgöra eventuellt åtgärds behov i detta skede.

Utöver de åtgärder som redovisas i figuren har ytterligare tre åtgärds behov identifierats, se Tabell 4.



Figur 11. Preliminärt åtgärdsbehov inom planområdet (yttlig jord/grundvatten till vänster, djup jord/grundvatten till höger). Figuren avser åtgärder för att minska identifierade hälsorisker och risker för markmiljö, behov av åtgärder som avser att reducera risker för recipienten redovisas i Tabell 4. Eventuellt behov och omfattning av åtgärder som avser att reducera risker kopplade till inandning av ånga är mycket osäkert. Det bör noteras att yttlig jord och yttligt grundvatten samt djup jord och djupt grundvatten inte är lokaliserade på samma nivå. Yttligt grundvatten är generellt lokaliserat inom samma nivå som djup jord. Djupt grundvatten är lokaliserat i det undre magasinet vilket generellt är lokaliserat långt under nivåer där föroreningar påvisats i jord. ©Lantmäteriet, geodatasamverkan.

Tabell 4. Åtgärdsbehov som inte markerats i Figur 11.

Åtgärd	Område	Kommentar
Åtgärder som avser att minska risker kopplade till förorenade sediment.	Sediment inom planområdet	Avser åtgärder som syftar till att minska påverkan på ekosystem samt spridning till områden nedströms planområdet. Omfattningen av detta åtgärdsbehov behöver utredas vidare.
Åtgärder som avser att minska spridning till recipient	Preliminärt: GM4, Masugnen N	Riskbedömningen visar att det föreligger ett troligt åtgärdsbehov avseende spridning av koppar och PAH-ämnen till Bällstaviken . Den största andelen av koppar tillförs Bällstaviken från det övre grundvattenmagasinet i planområdets norra del. Den största andelen av tunga och medeltunga PAH transporteras ut från planområdet från det övre grundvattenmagasinet i planområdets södra del. Identifierade risker är dock behäftade med flera osäkerheter. Åtgärdsbehov samt omfattning av eventuella åtgärder är därmed osäkra.
Åtgärder som tillser att kommande exploateringsarbeten inte öppnar upp nya spridningsvägar för föroreningar inom planområdet	Områden som berörs av framtida schakt- och pålningsarbeten	Avser åtgärder för att hindra spridning av föroreningsångor och/eller förorenat grundvatten i framtida ledningsdragningar och andra anläggningsschakt där täta jordmassor skiftas ut mot mer genomsläppliga massor ¹ . Vidare avses åtgärder som syftar till att förhindra spridning mellan undre och övre magasin till följd av djupa anläggningsarbeten där det tätande lerskiktet genomskärs ² .

I tillägg indikerar riskbedömningen att ytterligare åtgärder kan komma att bli aktuella. Dessa listas i Tabell 5. Åtgärdsbehovet är dock mycket osäkert i detta läge.

Tabell 5. Potentiellt åtgärdsbehov som bedöms mycket osäkert men inte kan uteslutas.

Åtgärd	Område	Kommentar
Åtgärder som avser att hindra spridning av klorerade alifater från områden uppströms	Masugnen N, KB torget, Tackjärnet	Riskbedömningen indikerar att spridning av klorerade alifater (främst VC) från källområde uppströms planområdets nordvästra del möjligtvis kan komma att utgöra en risk för människors hälsa. Föroreningen förekommer i undre magasin. Åtgärder kan behöva vidtas för att förhindra spridning av klorerade alifater till planområdet.
Åtgärder som avser att minska risk för spridning av klorerade alifater från potentiellt källområde inom Gjutmästaren 5.	GM5	Höga halter av tetrakloreten har påvisats i det djupa grundvattenmagasinet inom GM5. Föroreningens utbredning och haltvariationer inom området har inte undersökts och det kan därmed inte uteslutas att högre halter än de som påvisats förekommer inom området. Föroreningen kan möjligtvis ge upphov till höga halter av nedbrytningsprodukter (cis-1,2-dikloreten och vinylklorid) som uppmätts i områden anslutande till GM5. Det finns dock flera misstänkta källor i området, vilka kan ha gett upphov till de uppmätta halterna av nedbrytningsprodukter i områden runt GM5.

¹ Exempelvis ledningsschakt samt schakt för husgrunder och växtbäddar

² Exempelvis pålningsarbeten, sponter samt djupa schaktarbeten i områden med tunnare lerlager

5 Åtgärds kategorier och -metoder

I detta avsnitt identifieras vilka kategorier av åtgärder som kan vara aktuella att vidta för att reducera risker för människors hälsa och miljön. De kategorier av åtgärder som behandlas är:

- Ingen åtgärd
- Övervakad naturlig självrening
- Administrativa skyddsåtgärder
- Tekniska skyddsåtgärder
- Inneslutning
- Reduktion av föroreningsmängd

Vidare identifieras vilka metoder som ingår i dessa kategorier, samt om dessa kan vara genomförbara och lämpliga som riskreducerande åtgärder inom detaljplaneområdet Bällsta Hamn.

Åtgärds metoder som uppenbart inte är tillämpliga för detaljplaneområdet tas inte upp i denna rapport.

Kapitlet baseras på uppbyggd kunskap om förekommande förorening, åtgärds metoder samt kompletterande upplysningar hämtade från åtgärds portalen (Svenska Geotekniska Föreningen, 2025).

5.1 Ingen åtgärd

Ingen åtgärd kan vara ett tänkbart åtgärdsalternativ om de övergripande åtgärds målen kan uppnås utan genomförande av åtgärder.

För detaljplaneområdet bedöms det finnas ett åtgärdsbehov eftersom de övergripande åtgärds målen inte uppfylls. Därför är ingen åtgärd inte ett gångbart alternativ.

5.2 Övervakad naturlig självrening

Övervakad naturlig självrening innebär att ingen aktiv åtgärd vidtas för att reducera risker. I stället utnyttjas naturliga processer vilka får reducera koncentrationer och risker över tid. Exempel på dessa naturliga processer är biologisk nedbrytning, sorption, förångning och utspädning. Området övervakas för att kontrollera om och hur föroreningssituationen och risksituationen förändras.

Om denna strategi övervägs görs vanligen noggranna undersökningar kring förutsättningarna för nedbrytning så en bedömning av om nedbrytning kan komma att pågå med tillräcklig takt i tillräckligt lång tid. Eftersom strategin bygger på naturliga processer är det en tidskrävande metod och innebär övervakning och kontroll under en längre tid.

Sammantaget bedöms inte övervakad naturlig självrening vara en gångbar strategi för detaljplaneområdet främst på grund av tidsaspekten men även för att många av föroreningarna som utgör en risk för människors hälsa och miljön inte kan brytas ner.

5.3 Administrativa skyddsåtgärder

Administrativa skyddsåtgärder omfattar skydd mot exponering genom restriktioner med syfte att förhindra aktiviteter som kan medföra oacceptabla risker. Exempel på åtgärder är tillträdesbegränsningar, restriktioner i markanvändning eller grundvattenuttag, restriktioner rörande odling, fiske etc.

Administrativa skyddsåtgärder kan kompletteras med ett kontrollprogram för att följa upp föroreningsituationen men även för att kontrollera att skyddsåtgärderna uppfyller sitt syfte.

Denna typ av åtgärd bedöms inte lämplig för detaljplaneområdet då den skulle begränsa den tänkta markanvändningen. Möjligen kan någon restriktion som inte inskränker möjligheterna för planerad markanvändning komma att kunna ingå i den samlade åtgärden, exempelvis restriktioner vid framtida markarbeten.

5.4 Tekniska skyddsåtgärder

Tekniska skyddsåtgärder omfattar riskreducerande åtgärder som skär av spridnings- och/eller exponeringsvägar och därmed skyddar människa och miljö. Exempelvis kan olika former av markfilter eller barriärer installeras för att hindra transport av eller ändra transportvägar för förorening. Även byggnadstekniska lösningar kan användas för att förhindra exponering som exempelvis att täta eller ventileras så att förorening i ångfas förhindras att tränga in i bostäder.

Genom att använda tekniska skyddsåtgärder som skär av exponeringsvägar och därmed skyddar människor och miljö kan möjligen de övergripande åtgärds målen uppnås. En kombination av olika lösningar kan krävas och det måste säkras att lösningarna är robusta över tid.

5.4.1 Byggnadstekniska skyddsåtgärder

Denna typ av åtgärder syftar till att förhindra att förorening i ångfas tränger in i byggnader. Det innebär att en barriär byggs in i konstruktionen som t.ex. en tät bottenplatta och täta rör genomföringar eller att ångan förhindras att tränga in i byggnaden genom att ventileras bort från ansamling under bottenplattan.

Metoden kan vara tillämplig ensamt där den bedöms tillräckligt effektiv eller som en extra säkerhetsåtgärd där en bedömning inte entydigt visar att övrig riskreduktion är tillräcklig.

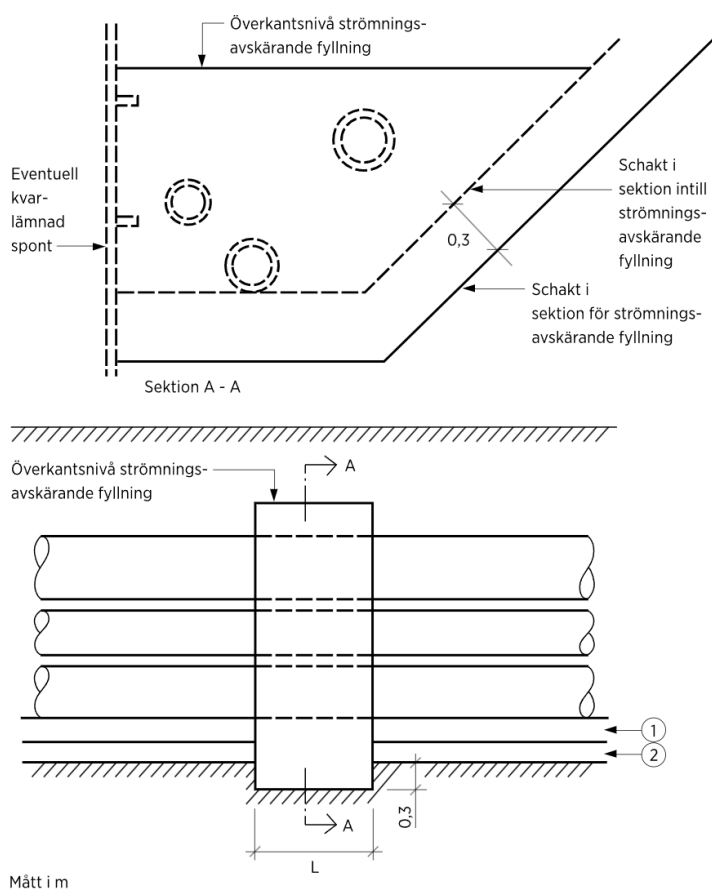
Byggnadstekniska skyddsåtgärder kan vara en lämplig metod inom detaljplaneområdet om det finns delområden där övrig åtgärd inte bedöms ge tillräckligt skydd mot ånginträngning eller där det finns risk för återkontaminering av grundvatten från föroreningar på angränsande fastigheter.

I planen anges att byggnadskonstruktioner ska utföras vattentäta under nivån +2,7 meter över nollplanet. Vattentät konstruktion är en byggnadsteknisk åtgärd vars syfte är att hindra vatten från att passera genom den porösa betongen genom så kallad kapillärsugning. Denna åtgärd medför även en begränsning för föroreningstransport in i byggnader som kan komma att stå i kontakt med förorenat grundvatten.

5.4.2 Strömningsavskärande fyllning i ledningsgrav

Nyanläggande av ledningar kan orsaka ökad spridning av föroreningar eller att nya spridningsvägar öppnas upp.

Vertikala tätande skärmar kan anläggas i ledningsgravar för att förhindra spridning av föroreningar via porluft och grundvatten längs med ledningsgravar. De tätande skärmarna byggs upp med strömningsavskärande fyllningar i ledningsbädden genom att fyllning längs en sträcka byts ut mot exempelvis bentonitblandad sand, se Figur 13. Fyllningen ska ansluta tätt mot ledningar och mot ledningsgravs väggar och botten. Den streckade linjen i Figur 12 är ordinarie schaktvägg, den yttre heldragna linjen är schaktvägg med bentonit, dvs det blir en något större schakt vid tätskärmarna för att säkerställa att schaktgraven blir så tät som möjlig.



Figur 12. Principritning över strömningsavskärande fyllning i ledningsgrav. Den övre ritningen är en profil av ledningsgraven (Sektion A-A) och undre ritningen längsmed ledningsgraven. Källa: AMA (Anläggning 23) CEC.7.

5.4.3 Inneslutning

Inneslutning innefattar åtgärder på plats för att skydda människor och miljö mot exponering *utan* att minska föroreningshalter eller -mängder. Nedan beskrivs olika typer av metoder för inneslutning.

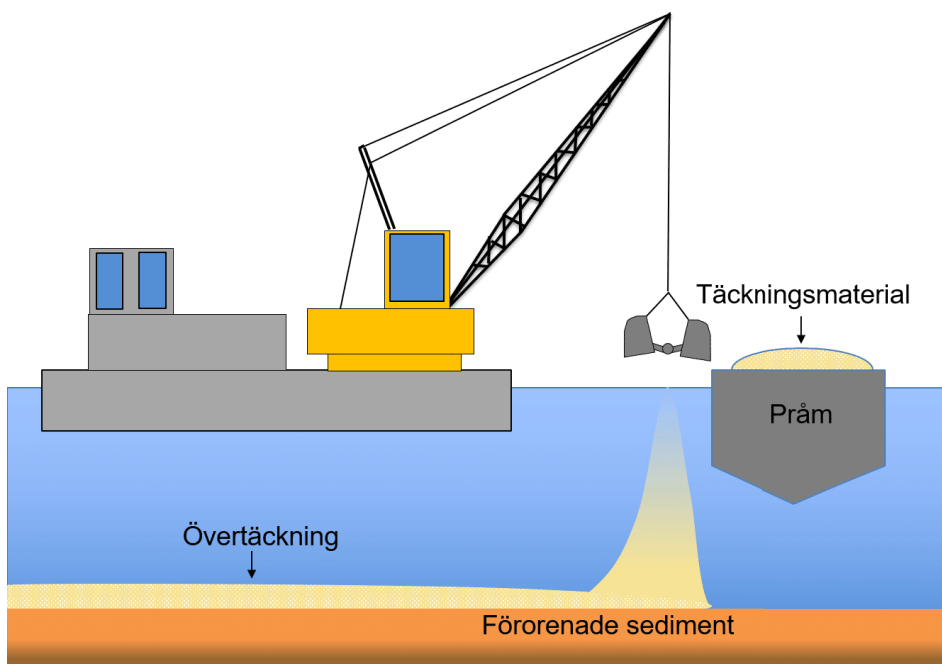
5.4.3.1 Övertäckning

Övertäckning innebär att jord eller annat material läggs över föroreningen för att förhindra att skyddsobjekten kommer i direkt kontakt med föroreningen.

Övertäckning är en metod som kan användas både på land och i vatten. I vatten kan även övertäckningen hindra föroreningsspridning från förorenade sediment. Om övertäckningen görs på land kan den utföras med täta material som minskar vattengenomströmningen genom det övertäckta området.

När övertäckningen utförs i vatten delas metoden in i tunnskiktstäckning och isolationsövertäckning. Tunnskiktstäckning innebär att föroreningen täcks över av ett tunt lager av exempelvis ren sand eller någon typ av reaktivt material som binder föroreningen och på så vis minskar spridning och begränsar föroreningarnas biotillgänglighet. Tunnskiktstäckning är tillämplig på ackumulationsbotten.

Isolationsövertäckning innebär att de förorenade sedimenten täcks med en tillräckligt mäktig och motståndskraftig täckning för att föroreningarna ska isoleras. Täckningen kan utformas på olika sätt och anpassas efter platsspecifika förhållanden. Täckningen kan byggas upp med sand, grus och sten, även geotextiler kan ingå.



Figur 13. Principskiss över utläggning av övertäckningsmaterial från ett undervattensperspektiv (ej skalenlig). Illustration från åtgärdsportalen av Peter Harms-Ringdahl (Svenska Geotekniska Föreningen, 2025).

För detaljplaneområdet kan övertäckning vara en lämplig metod i vissa områden på land. Metoden kan kombineras med schakt (avsnitt 5.5.1) om det exempelvis inte finns utrymme för att höja markytan i den grad som krävs för att rymma övertäckningen.

I vattenområdet bedöms isolationsövertäckning kunna vara en del av den utfyllnad som planeras för att skapa mark till strandparken samt för att säkra botten mot erosion i farleden för pendelbåttrafik.

Övertäckning ger inte skydd åt markmiljön eller sedimentlevande organismer, men samtidigt skapas förutsättningar för att nya ekosystem kan etableras i de tillförda massorna.

Vid användning av övertäckning måste det säkras så att framtida förändringar inte försämrar skyddet och att övertäckningen är beständig över tid. Övertäckning av förorenade sediment innebär att möjligheten till att i framtiden genomföra en åtgärd i syfte att reducera föroreningsmängden på plats försvåras men inte omöjliggörs. Övertäckning av förorenade sediment är en beprövad åtgärds metod och bedöms kunna medföra nödvändig riskreducering för de förorenade sedimenten i Bällstaviken.

5.4.3.2 Inneslutning med skärmar

Inneslutningen kan utföras genom att det förorenade materialet helt eller delvis kapslas in med täta, lågpermeabla eller permeabla material. Inneslutningen innebär att utlakning och spridning av föroreningar från det förorenade materialet till omgivande mark och grundvatten minskar eller upphör.

Horisontella skärmar används i första hand för att minimera infiltration och därmed utlakning och spridning av föroreningar från omättad zon till mättad zon. Vertikala skärmar, t.ex. sponter, används vanligtvis för att avskärma källzoner, men kan också användas för att avleda föroreningsplymer från specifika skyddsobjekt som t.ex. vattentäcker. Vid fullständig fysisk inneslutning kombineras horisontella och vertikala skärmar.

Skärmar med permeabel barriär används som åtgärd för att förhindra spridning med grundvatten. Skillnaden jämfört med en tätande skärm är att grundvattnet med föroreningen inte leds i en annan riktning utan föroreningen binds i barriären när grundvattnet passerar igenom. Det finns även barriärer där föroreningen bryts ner i barriären men det är då en metod under kategorin reduktion av föroreningsmängd, se avsnitt 5.5.3.

Barriären installeras t.ex. genom att gräva diken där barriärmaterial läggs ner eller genom injektering i punkter längs en linje. Ett exempel på barriär är aktivt kol som tillsätts marken där det fastläggs till ytor i jorden. Det aktiva kolet adsorberar sedan föroreningen. Effekten och livslängden av barriären beror på fysiska och kemiska förhållanden i grundvattnet, föroreningshalter och flödes hastigheten samt mängden material i barriären. Barriären mätas och/eller förbrukas över tid och kan behöva fyllas på eller bytas ut.

Inneslutning kan användas för alla typer av föroreningar och i olika typer av jordar. En skyddsåtgärd i form av inneslutning behöver kontrolleras, t.ex. vad gäller den långsiktiga funktionen hos tätskikt och dränering eller av barriären.

För detaljplaneområdet kan inneslutning användas för att förhindra/minska föroreningsspridning med grundvattnet in till planområdet, mellan fastigheter samt till ytvattnet i Bällstaviken.

5.4.3.3 Hydraulisk inneslutning

Denna metod innebär att förorenat grundvatten pumpas upp, eventuellt renas och sedan återinfiltreras eller tas omhand på annat sätt. Metoden kan användas både i källområden och i plymområden med syfte att hydrauliskt innesluta en förorening så att den inte sprids i vidare.

Själva metoden är relativt enkel och omfattar installation av uttagsbrunnar eller dräneringsledningar samt en behandlingsanläggning för att rena vattnet som pumpas upp. Metoden kan ge snabb effekt avseende spridning.

Ingen större massreduktion kan förväntas vid denna metod som alltså kan ses mer som en metod att förhindra eller styra spridningen. Pumpning måste utföras kontinuerligt under mycket lång tid. Lägre halter i grundvattnet kan nås men med stor risk för att grundvattnet återkontamineras när pumpningen upphör då förorening kan finnas kvar i jorden och fortsätta läcka ut. Kostnaderna kan bli mycket höga om behandlingen måste ske under långa tidsrymder (Naturvårdsverket, 2007).

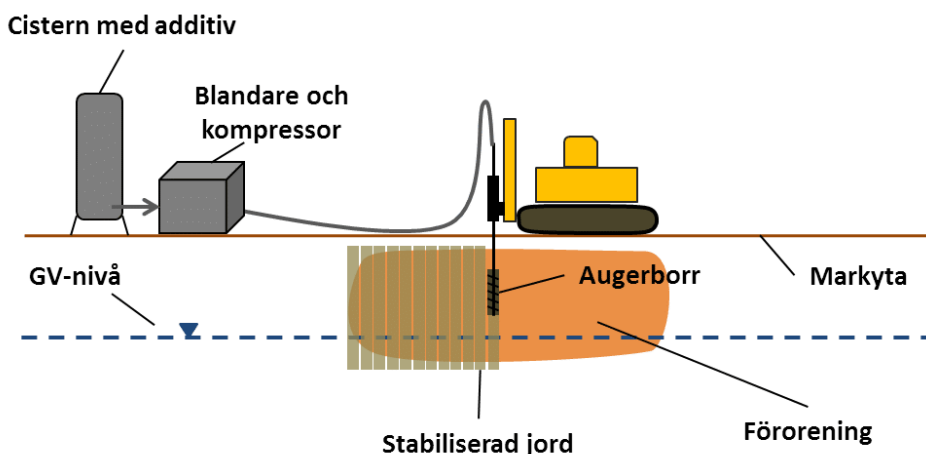
För detaljplaneområdet kan metoden fungera som en temporär skyddsåtgärd för att innesluta en förorening i grundvattnet så att den inte sprids till angränsande fastigheter eller till ytvattnet i samband med andra åtgärder i mark- och anläggningskedet.

5.4.3.4 Solidifiering och stabilisering

Solidifiering innebär att föroreningen kapslas in i material med låg permeabilitet, t.ex. betong, bentonit eller andra barriärmaterial. Vid solidifiering påverkas i regel inte föroreningens kemiska form eller sammansättning. Inkapslingen av föroreningen motverkar spridningen av föroreningar från det förorenade materialet men kan med tiden vittra sönder eller spricka.

Vid stabilisering tillsätts additiv, sorbenter, som påverkar föroreningen så att dess laknings- och spridningsbenägenhet reduceras, utan att det förorenade materialet kapslas in. Exempel på sorbenter är aktivt kol, biokol, lermineral samt olika typer av organiska material som exempelvis torv.

Stabilisering och solidifiering kan tillämpas både *in situ*, se Figur 14, och på uppgrävda massor. Det är dock vanligast att jorden grävs upp och blandas med stabiliseringsmedel efter avskiljning av större fraktioner.



Figur 14. Stabilisering/solidifiering av förorenad jord *in situ* med hjälp av injektering av kemiska additiv. Injekteringen sker i detta fall med hjälp av augerborrisutrustning. Illustration från åtgärdsportalen av Peter Harms-Ringdahl (Svenska Geotekniska Föreningen, 2025).

Innan jorden kan behandlas utförs laktesten för att avgöra hur väl föroreningarna binds till stabiliseringsmedlet och för att beräkna mängden tillsatsmedel som krävs. Urlakningen av förorening från den stabiliserade jorden behöver

kontrolleras under lång tid framöver. Kompletteringar eller förnyade åtgärder är troligen nödvändiga i framtiden om effekten av stabiliseringen minskar och blir otillräcklig.

För detaljplaneområdet kan det av geotekniska skäl vara aktuellt att utföra stabiliserande åtgärder (jordförstärkning) av leran som finns i betydande mäktighet i området. Leran i detaljplaneområdet är inte i någon större grad förorenad, varför solidifiering eller stabilisering av den inte bedöms ge några direkta positiva effekter på föroreningssituationen. I vattenområdet däremot är leran/sedimenten förorenade och därmed kan metoden vara tillämplig här då även sedimenten är i behov av stabilisering för att kunna bära den utfyllnad som planeras i vattenområdet för att skapa yta för strandparken.

Det finns dock områden på land inom detaljplaneområdet där leran är förorenade med klorerade alifater varför metoden i kombination med en *in situ*-behandling (se avsnitt 5.5.3.5) kan vara en lämplig åtgärdslösning.

5.5 Reduktion av föroreningsmängd

Reduktion av föroreningsmängd kan övergripande delas in i tre huvudprinciper:

- Reduktion av föroreningsmängder genom urschaktning / muddring och externt omhändertagande, *ex situ*.
- Reduktion av föroreningsmängder genom urgrävning / muddring och behandling på plats, *on site*.
- Reduktion av föroreningsmängder genom *in situ*-behandling vilket innebär att förorening ligger kvar i marken och behandlas där utan att först grävas eller pumpas upp.

5.5.1 Ex situ

5.5.1.1 Schaktsanering

Metoden innebär att förorenad jord schaktas upp och avlägsnas helt från området. Metoden ska utföras med försiktighet för att inte orsaka ökad spridning. Exempelvis vid schakt i områden med oljekolväten och klorerade alifater samt eventuell schakt under grundvattenytan.

De jordmassor som uppstår vid urschaktning kan sorteras i storleksfraktioner innan borttransport. Syftet är att reducera mängden material som går till mottagningsanläggning då grova fraktioner som grovt grus, sten och block inte förväntas innehålla några betydande föroreningsmängder. De grövre fraktionerna kan då återanvändas på plats om det är tekniskt möjligt för de återfyllnads- eller uppfyllnadsbehov som föreligger (se avsnitt 5.5.2.1).

Vid schakt under grundvattenytan krävs åtgärder för att hantera grundvattennivå samt förorening i uppumpat grundvatten. Även länsvatten p.g.a. nederbörd behöver hanteras. Metoden har en begränsning i djupled och vid åtgärd av föroreningar som ligger djupt kan spontning vara nödvändig. Men även då finns det en nivå varunder andra metoder sannolikt är mer lämpliga.

Uppschaktade massor transporteras till en mottagningsanläggning. Där kan massorna behandlas så att halter av föroreningar sänks för att möjliggöra återanvändning av massorna. De kan också deponeras, vilket är den vanligast

förekommande hantering av massor som schaktas ur och transporteras till mottagningsanläggning.

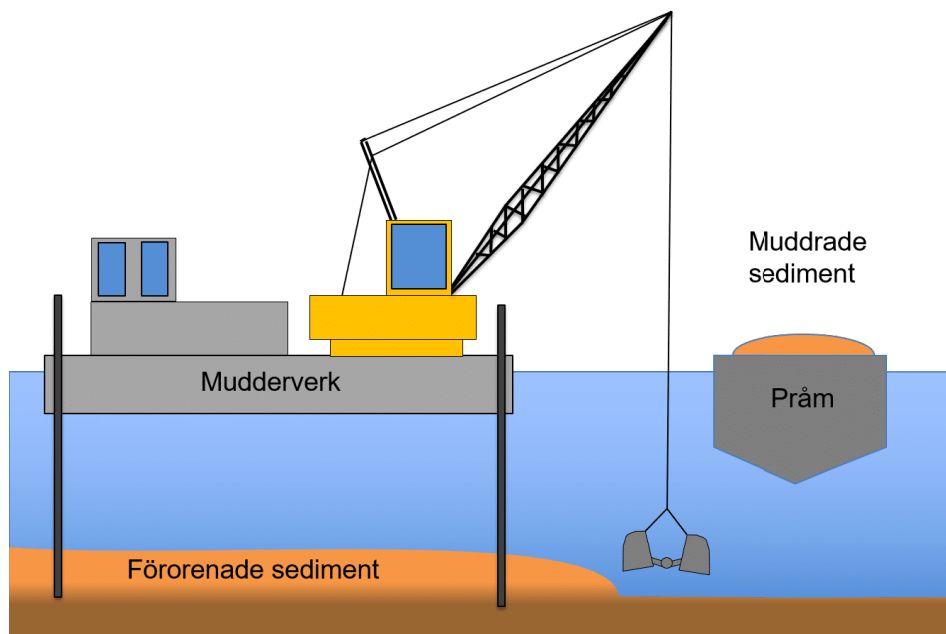
Urschaktning och omhändertagande av jordmassor externt är en metod som kan användas för åtgärder inom det aktuella området för att reducera föroreningsmängden och följaktligen också risker. Schakt av jordmassor ska utföras av byggnadstekniska skäl inom detaljplaneområdet och därmed avlägsnas förorenade massor till viss del. Metoden är därmed lämplig att fortsätta använda där ytterligare jordmassor behöver avlägsnas.

5.5.1.2 Muddring

Muddring innebär att (förorenade) sediment avlägsnas från ett vattenområde för att behandlas och omhändertas på land. Det finns många olika typer av muddringsutrustningar som i princip kan hänföras till en av följande kategorier:

- Grävuddring (mekanisk muddring), där någon typ av skopa används för att avlägsna sediment från botten till en pråm eller lastbil för borttransport.
- Suguddring (hydraulisk muddring), där sediment sugas upp och pumpas från botten till en pråm för borttransport eller direkt till land.
- Frysmuddring, där plattor med cirkulerande köldmedium används för frysning av sediment som sedan kan lyftas till en pråm för borttransport.

Grävuddring och suguddring har använts sedan lång tid tillbaka medan frysmuddring är en relativt ny metod som utvecklats särskilt för muddring av förorenade sediment.



Figur 15. Principskiss, exempel på utrustning som används vid grävuddring (ej skalenlig). Illustration från åtgärdsportalen av Peter Harms-Ringdahl (Svenska Geotekniska Föreningen, 2025).

Vid muddring av förorenade sediment är det viktigt att välja en metod som minimerar spridning av föroreningar via grumling av sedimenten.

De muddrade sedimenten behöver oftast avvattnas samt stabiliseras innan de kan hanteras på en mottagningsanläggning. Ofta sker det slutliga omhändertagandet genom deponering. Förorenade sediment från hamnmuddringar kan efter stabilisering/solidifiering användas som fyllnadsmassor för utbyggnad av nya hamnytor.

Muddring och omhändertagande av muddermassor externt är en metod som kan användas för åtgärder inom det aktuella vattenområdet för att reducera föroreningsmängden och följaktligen också risker. Muddring kan behöva genomföras i farleden för pendelbåttrafik för att fördjupa den och därmed avlägsnas förorenade sediment till viss del. Metoden är därmed lämplig att fortsätta använda om ytterligare sediment behöver avlägsnas. Muddring kan även vara möjligt att använda för att avlägsna lösa sediment innan utfyllnad.

5.5.2 On site

Denna princip innebär att förorenade jord behandlas på plats och återanvänds. Möjligheten till återanvändning på plats beror på geotekniska förutsättningar, ytor för masshantering och tiden som krävs för behandlingen. Flertalet olika behandlingsmetoder finns tillgängliga varav merparten baseras på samma processer som för *in situ*-metoder, se nedan i avsnitt 5.5.3. Genom att behandla jord på plats reduceras behovet av transporter och ersättningsmassor samt att utnyttjande av deponiutrymme minskar.

5.5.2.1 Sortering, siktning och krossning

Sortering av jordmassor är ett effektivt sätt att minska transportbehovet i projektet. Då det är en större mängd jord som kommer hanteras inom planområdet kan de som är lämpliga samordnas på en masshanteringsyta. Lämpliga jordmassor rör massor som är lämpliga både utifrån ett tekniskt och föroreningsmässigt perspektiv. Lera är inte lämpligt av främst tekniska aspekter. Lämpligast är grusiga och sandiga massor samt sten och block. Jordmassor som inte är lämpliga för sortering bör köras direkt till godkänd mottagningsanläggning.

Jordmassor som innehåller lägre halter än farligt avfall och som inte innehåller olämpliga föroreningar (exempelvis PFAS och dioxin) kan med fördel siktas till exempelvis 0-8 mm, 8-16 mm, 16-32 mm, 32-90 mm samt över 90 mm. Massor som innehåller övrigt material såsom tegel, betong och liknande kan också grovsorteras inom masshanteringsytan, för att öka mängden massor som kan återanvändas. I vissa fall kan även vindsiktning användas för massor som innehåller högre TOC eller annat lättare material. Magnetsiktning kan sortera bort bitar av metall om det skulle hittas i massorna.

Efter siktning behöver massorna kontrolleras med avseende på föroreningssituationen. Högst halter brukar återfinnas i de minsta fraktionerna. Massor som fortfarande innehåller halter som inte bör återanvändas på området bör omgående köras till godkänd mottagningsanläggning.

Efter provtagning och klassning kan krossning utföras på större sten samt lägre fraktioner av tekniska skäl för att kunna återanvändas. Tekniska krav vid byggnation bör kontrolleras innan för att undersöka om dessa massor får användas efter krossning.

Masshanteringsyta, mekanisk sortering och siktning är anmälningspliktiga verksamheter.

5.5.2.2 Jordtvätt

Jordtvätt baseras i grunden på att mekaniskt separera jordpartiklar med hög halt förorening från de med lägre halt. Då föroreningen binder på ytor och jordfraktioner med mindre diameter har större yta per volym, innehåller vanligen finmaterialet högst totalhalt per volym och vikt. Detta betyder att jordtvätt har sämre effekt på jordar med större andel finfraktion. Jordar med innehåll av organiskt material lämpar sig vanligen inte för jordtvätt.

Inledningsvis avlägsnas de grövsta fraktionerna genom exempelvis siktnings. Även andra typer av torr behandling kan ske för att även lösgöra de fina partiklar som sitter på de grövre. Här efter använder man sig av våtsiktnings och andra våta metoder för att separera fraktionerna. Även andra behandlingssteg som skrubbing, trumling m.fl. kan användas. Vid behov adderas tillsatser för att lösgöra föroreningen från partiklarna.

Resultatet är en grovfraktion med låga halter förorening, en mellanfraktion med halter som klarar uppställda krav för återläggning av massor inom området samt en restfraktion som är finfraktionen. Den fina fraktionen innehåller vanligen höga halter förorening och behöver transporteras bort och omhändertas på annat sätt, vanligen deponi.

Möjligheten att använda jordtvätt inom detaljplaneområdet är osäker. En del av de förorenade massorna består troligen av lera, och jordtvätt har därmed bedöms som en mindre lämplig teknik då en stor andel av massorna skulle hamna i finfraktionen som ändå behöver omhändertas externt.

5.5.3 In situ-behandling

In situ-behandling innebär att förorenad jord ligger kvar i marken och behandlas där utan att först grävas eller pumpas upp. Metoderna kan generellt användas även under existerande konstruktioner dock krävs att installationer kan utföras i tillräcklig omfattning för att få önskad effekt. Det finns flera typer av metoder och tekniker och detta avsnitt kan ses som en översikt.

5.5.3.1 Pumpning och behandling

Genom att pumpa upp och behandla förorenat grundvatten från ett källområde på plats sker viss massreduktion. Metoden har dock låg effekt och används vanligen för att hydrauliskt innesluta föroreningen så den inte sprids vidare med grundvattnet, se vidare avsnitt 5.4.3.3. Förorening i omättad zon åtgärdas endast i liten utsträckning vid denna metod.

Det bedöms inte att metoden kan användas generellt inom detaljplaneområdet men eventuellt som ett komplement eller som en tillfällig lösning under mark- och anläggningsarbeten i delområden.

5.5.3.2 Porgas- eller flerfasextraktion

Denna *in situ*-metod fungerar för organiska föreningar med hög eller medelhög flyktighet. Föreningar extraheras i gasfas ovan grundvattenytan eller flera faser över och under grundvattenytan (gasfas, vattenlöslig fas och fri produktfas) i ett och samma behandlingskoncept. Om metoden kombineras med grundvattenpumpning har metoden ingen begränsning beträffande föroreningens ångtryck. Luften och grundvattnet som extraheras under behandlingen genomgår rening med exempelvis en gravitationsavskiljare för separation av fri

produktfas, vattenbehandling och gasreningsutrustning (Svenska Geotekniska Föreningen, 2025). Metoden kan kombineras med att blåsa in luft i grundvattnet, *air sparging*, för att få större avgång till porluft. Metoden är begränsad till grundvattenytans fluktuationsområde och strax under denna. Behandlingsdjupet kan påverkas genom att sänka grundvattenytan något.

Effekten av metoden påverkas av markens jordart och genomsläpplighet och kan variera i olika jordlager med sämre effekt i fina jordlager.

Porgasextraktion kan minska mängd förorening i jordlager ovan grundvattenytan medan flerfasextraktion även kan ha effekt något djupare.

Metoden kan vara tillämpbar inom delområden med organisk förorening inom detaljplaneområdet. Eftersom genomsläppligheten i leran som underlagrar fyllning i området är låg bedöms metoden som mindre tillämplig och det finns troligen andra in situ-metoder som är bättre lämpade inom detaljplaneområdet.

5.5.3.3 Fytosanering

Fytosanering är en in situ-behandlingsmetod där man använder sig av växter för att extrahera, binda eller bryta ned föroreningar i jord, grundvatten, ytvatten eller andra förorenade media.

Metoden tillämpas för sanering av mark- och vattenområden som förorenats av bland annat metaller, klorerade alifater och lättflyktiga petroleumföroreningar. Metoden fungerar bäst när föroreningshalterna är måttliga. Höga koncentrationer av föroreningar kan ibland medföra att växterna tar skada.

Fytoextraktion innebär att växter tar upp föroreningar, både organiska och oorganiska ämnen. Organiska ämnen kan när de tagits upp i växterna metaboliseras och brytas ner. För föroreningar som inte bryts ner skördas växterna regelbundet och förorening tas på så vis om hand.

Fytosanering är tidskrävande och bedöms därför inte tillämplig inom detaljplaneområdet. Dessutom kan marken inte nyttjas / exploateras under tiden som saneringen pågår.

5.5.3.4 Biologisk behandling

Vid biologisk behandling *in situ* sker en omvandling och/eller destruktion av organiska föroreningar med hjälp av tillförda eller naturligt förekommande mikroorganismer, främst bakterier, eller svampar. Biologisk behandling kan utföras både i form av biostimulering, där en redan pågående nedbrytningsprocess förstärks eller forceras genom tillförsel av t.ex. syre och näringssubstrat, och genom bioaugmentering där bakterier eller andra mikroorganismer tillsätts för att initiera en biologisk nedbrytningsprocess.

Metoden fungerar både över och under grundvattennivån och fungerar bäst i relativt genomsläppliga homogena jordlager, men moderna injektionstekniker kan ge bra fördelning av tillsatt produkt även i mindre genomsläppliga jordlager. Metoden har visat sig fungera även i källområden. Biologisk nedbrytning kan användas under existerande konstruktioner.

Biologisk behandling bedöms som en möjlig metod för förorening bestående av klorerade alifater. Metoden är inte tillämplig för övriga föroreningar som förekommer inom detaljplaneområdet. Metoden kan behöva tid för att nå uppsatta åtgärds mål men samtidigt kan åtgärden fortgå i grundvattnet även

efter att exploateringen har utförts. Därmed behöver inte tidsaspekten vara något som begränsar metodens tillämpbarhet i detaljplaneområdet.

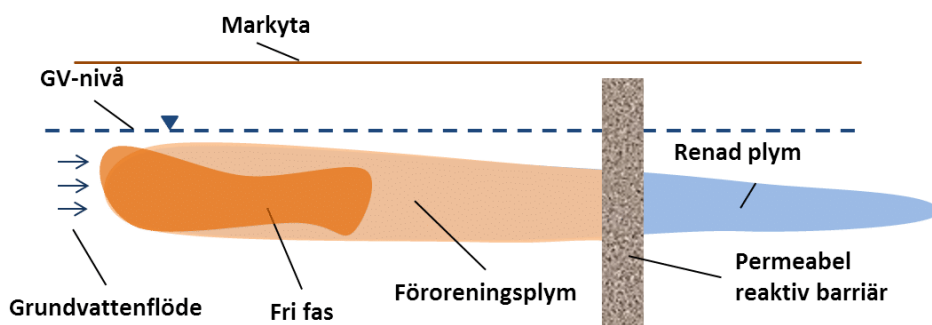
5.5.3.5 Kemisk oxidation och kemisk reduktion

Kemisk oxidation är en behandlingsmetod där organiska föroreningar i grundvattnet bryts ned genom oxidation. Det förorenade området tillförs ett oxidationsmedel via brunnar eller direktinjektering. Vid kontakt med oxidationsmedlet bryts föroreningarna ner.

Kemisk reduktion fungerar i praktiken på samma sätt som kemisk oxidation, dock tillsätts ett reduktionsmedel istället, exempelvis järn.

Injektering av oxidations- eller reduktionsmedel kan utföras genom att en vätska sprutas ut i marken eller att det t.ex. tillförs genom soil mixing exempelvis i samband med stabilisering av jorden med augerborrtröstning (se Figur 14). Det är viktigt att behandlingsmedlet fördelas ut där föroreningen finns. Att få en jämn fördelning är enklast i genomsläppliga jordlager, men om medlet blandas in med t.ex. en augerborr kan även mer finkorniga jordar behandlas.

Metoden kemisk reduktion kan även användas i en permeabel reaktiv barriär som installeras under grundvattennivån, se Figur 16.



Figur 16. Principutformning av permeabel reaktiv barriär för behandling av förorenat i grundvatten. Illustration från åtgärdsportalen av Peter Harms-Ringdahl (Svenska Geotekniska Föreningen, 2025).

Båda metoderna skulle kunna vara tillämpbara inom detaljplaneområdet i områden med klorerade alifater. Metoden är inte tillämplig på övriga föroreningar som förekommer inom detaljplaneområdet.

5.5.3.6 Jordtvätt in situ

Jordtvätt *in situ* innebär att vatten och vid behov ytaktiva ämnen injekteras i marken för att öka föroreningars löslighet och möjlighet till extraktion ur marken. Extraktet samlas upp genom pumpning av grundvatten från mättad zon och tvättvätska/markvatten från omättad zon. Den använda tvättvätskan kan separeras från förorening och återanvändas i processen.

Metoden används exempelvis vid förorening med metaller men kan även ha god effekt på organiska ämnen.

För att metoden ska ha effekt krävs genomsläppliga jordar så tvättvätskan kommer i kontakt med föroreningen. Vidare krävs det goda möjligheter att pumpa upp behandlingsvätskan och grundvatten. Det är viktigt att behandlingsvätskan och den lösta föroreningen går att samla upp genom pumpning för att säkra att spridningen inte ut från området inte ökar.

Inom detaljplaneområdet finns en stor variation av olika föroreningar och det bedöms mycket osäkert om metoden kan ha effekt på samtliga typer av förorening. Metoden utvärderas inte närmare inom ramen för denna övergripande åtgärdsutredning.

5.5.3.7 Termisk desorption

Vid termisk desorption *in situ* värms jord och grundvatten upp till en temperatur vid vilken föroreningen förångas och avgår som gasfas. Uppvärmningen kan utföras med olika tekniker, vanligast är injektering av vattenånga, uppvärmning via värmeelement eller genom att elektrisk ström induceras i det förorenade markområdet. Oavsett vilken metod som används för uppvärmning kombineras alltid metoden med porgasextraktion för omhändertagande av den avdrivna föroreningen. Gasen som extraheras renas, t.ex. genom ett kolfilter, innan den släpps ut. Metoden används framförallt för organiska föroreningar men även t.ex. kvicksilver kan förångas och samlas upp med denna metod.

Det finns termiska metoder som är relativt oberoende av markens permeabilitet. Metoden kan användas för åtgärder både över och under grundvattenytan samt i berg. Vid stort grundvattenflöde kan dock avkylningseffekten bli så stor att den önskade temperaturen och därmed effekten blir svårare att uppnå.

Behandlingen betraktas som en relativt snabb behandlingsmetod jämfört med flertalet andra *in situ*-behandlingsmetoder. Metoden är energiintensiv och är ofta mer kostsam jämfört med andra metoder. Vid behandling av jord under grundvattenytan går mer energi åt för att förånga vattnet. Dock är effekten också stor och reduktionen i föroreningshalt kraftig oavsett ursprungshalt.

Vid användning under byggnader kan det i vissa fall begränsa användningen av byggnaden under åtgärden på grund av höga temperaturer. Efter avslutad behandling kan det ta lång tid innan marken har kylts ner till ursprunglig temperatur.

Metoden bedöms som möjlig att använda inom delområden inom detaljplaneområdet på föroreningar med klorerade alifater. Metoden är inte tillämplig på övriga föroreningar som förekommer inom detaljplaneområdet.

5.6 Sammanfattning och val av åtgärdsmetoder

De beskrivna åtgärdsstrategierna och -metoderna sammanfattas i Tabell 6 med kommentar kring om metoden bedöms vara lämplig inom detaljplaneområdet. Den inledande analysen visar att endast metoder som omfattar reduktion av föroreningsmängd kan användas som ensamstående metod eller huvudmetod. Någon av de övriga metoderna skulle kunna användas som komplement vid behov.

Urschaktning måste göras av byggnadstekniska skäl vilket gör att urschaktning är mycket lämpligt även för eventuellt tillkommande urschaktning som krävs på grund av föroreningssituationen. Dock bör andra metoder beaktas om den tillkommande schaktningen blir omfattande och djup.

Flertalet *in situ*-metoder skulle kunna användas som komplement till urschaktning av organiska föroreningar som exempelvis olja och klorerade alifater. Detta skulle kunna vara aktuellt om föroreningar ligger så djupt att de svårigen kan schaktas eller förekommer under byggnader som ska stå kvar.

Tabell 6. Sammanfattning av strategier och metoder för åtgärd med kommentar kring metodernas lämplighet. Metoder som bedöms lämpliga är markerade med grön färg.

Strategi / Metod	Lämplig metod inom Bällsta Hamn
Ingen åtgärd	Nej. Riskbedömningen visar att åtgärd behövs för tänkt markanvändning.
Övervakad naturlig nedbrytning	Nej. Många föroreningar kan inte brytas ner.
Administrativa skyddsåtgärder	Nej, inte ensamt. Riskerar att begränsa tänkt markanvändning.
Byggnadstekniska skyddsåtgärder	Ja för klorerade alifater, men inte ensamt. Kan vara komplement om annan åtgärd ej är tillräcklig.
Strömningsavskiljande fyllning i ledningsgrav	Ja, men inte ensamt. Kan vara komplement om annan åtgärd ej är tillräcklig.
Övertäckning	Ja, metoden är aktuell för att åtgärda förorenade sediment. För jord kan metoden vara ett komplement till exempelvis schaktsanering.
Inneslutning med skärmar	Ja, men inte ensamt. Kan vara komplement om annan åtgärd ej är tillräcklig eller för att undvika återkontaminering. Beskrivs dock inte närmare i denna övergripande åtgärdsutredning.
Hydraulisk inneslutning	Nej. Metoden kan fungera som en skyddsåtgärd i samband med andra åtgärder eller i mark- och anläggningsskedet
Solidifiering och/eller stabilisering	Ja, metoden kan användas för att undvika undanträngning av förorenade sediment vid utfyllnadsarbetet. Metoden kan komma att användas för att stabilisera marken av geotekniska skäl.
Schaktsanering med externt omhändertagande av massor.	Ja. Kan eventuellt behöva kompletteras om urschaktning inte ger tillräcklig riskreduktion.
Muddring med externt omhändertagande av massor	Ja.
Sortering, siktning och krossning	Ja i kombination med schaktsanering, för lämpliga massor med avseende på föroreningssituation och tekniska egenskaper
Jordtvätt	Nej
Pumpning och behandling av grundvatten	Nej. Metoden kan fungera som en skyddsåtgärd i samband med andra åtgärder eller i mark- och anläggningsskedet. Exempelvis vid rening av länsvatten eller för att förhindra återkontaminering av redan åtgärdat område.
Porgas- eller flerfasextraktion ev med luftinjektering, airsparging och bioventilering.	Nej. Låg genomsläpplighet i leran.
Fytosanering	Nej. Kräver lång tid och mark som inte ska nyttjas.
Biologiska behandling	Ja för klorerade alifater.
Kemisk oxidation	Ja för klorerade alifater.
Kemisk reduktion	Ja för klorerade alifater.
Jordtvätt in situ	Nej. Många olika typer av föroreningar.
Termisk behandling, inkluderar även porgasextraktion	Ja för klorerade alifater.

6 Åtgärdsförslag

6.1 Översikt möjliga åtgärder

I avsnittet 5 ovan redovisas möjliga åtgärds-kategorier och metoder. Denna åtgärdsutredning är av översiktlig karaktär och täcker in flera delområden och fastigheter med olika typer av åtgärdsbehov. Inga åtgärdsalternativ har tagits fram för detaljplaneområdet utan i stället beskrivs vilka åtgärdsmetoder som bedöms som möjlig att använda inom respektive delområde utifrån genomgången i avsnitt 5.

I Tabell 7 sammanfattas möjliga åtgärdsmetoder för respektive fastighet/delområde. Åtgärdsmetoderna som föreslås antas användas i en kombination, endast schaktsanering bedöms som en åtgärds metod som ensamt möjligen skulle kunna lösa hela åtgärdsbehovet inom respektive fastighet/delområde.

Avseende klorerade alifater visar riskbedömningen att det möjligtvis kan komma att utgöra en oacceptabel risk för människors hälsa, avseende inandning av ånga. Inom planområdets södra del förekommer VC i ytligt grundvatten och i korsningen Gjuterivägen/Smältvägen förekommer även halter av klorerade alifater i lera. Inom områdets nordvästra del kan spridning av VC från områden uppströms planområdet möjligtvis komma att medföra hälsorisker för människor som kommer vistas i området vid den planerade markanvändningen. Risker avser i detta fall föroreningar i det undre grundvattenmagasinet. Riskerna är dock mycket osäkra och behöver utredas ytterligare. För att åtgärda de klorerade alifaterna krävs troligen någon mer åtgärd utöver schaktsanering, men då åtgärdsbehovet är osäkert beskrivs möjlig in situ-behandling av klorerade alifater mycket översiktligt i nedanstående avsnitt.

Tabell 7. Möjliga åtgärdsmetoder för respektive fastighet/delområde baserat på dess åtgärdsbehov.

Fastighet/delområde	Markanvändning	Möjliga åtgärdsmetoder			
		Byggnads- tekniska skyddsåtgärder	Över- täckning	Schakt- sanering	In situ- behandling (klorerade alifater)
Masugnen 1	Bostäder	Ja	Ja	Ja	
Tackjärnet 1, 3, 4	Bostäder	Ja	Ja	Ja	
Gjutmästaren 3	Bostäder, förskola	Ja	Ja	Ja	Ja
Gjutmästaren 4	Bostäder	Ja	Ja	Ja	Ja
Gjutmästaren 5	Bostäder	Ja	Ja	Ja	Ja
Valsverket 10	Förskola, skola, kontor	Ja	Ja	Ja	
Valsverket 7, 8 samt del av 10	Bostäder	Ja	Ja	Ja	Ja
Del av valsverket 10	Parkeringsgarage		Ja	Ja	
Valsverket 5, 6	Industriverksamhet		Ja	Ja	
Strandparken	Parkområde		Ja	Ja (muddring)	
Bällstahamnsparcken	Parkområde		Ja	Ja	
Karlsbodatorget	Torg		Ja	Ja	
Vattenparken	Parkområde		Ja	Ja	
Smältvägen	Gata		Ja	Ja	Ja

6.1.1 Underlag till kostnadsuppskattning

En kostnadsuppskattning för schakt, transport och omhändertagande av förorenade jordmassor för respektive fastighet har tagits fram. I bilaga 4 redovisas det underlag som använts för kostnadsuppskattningen. Kostnader för projektledning, projektering, åtgärdsförberedande markundersökningar och miljökontroll har inte uppskattats. Dessa kostnader bedöms vara relativt lika oavsett vilken schaktmängd som saneringen omfattar. Det är schakt, transport och deponiavgift som främst är kostnadsdrivande för saneringsåtgärden.

I kostnadsuppskattningen har ytlig (0-1 meter under markytan) och djup jord (1-2 meter under markytan) tagits med. Det antas att endast djup jord mellan 1-2 meter behöver åtgärdas, men det är troligt att även jord på större djup behöver åtgärdas. Dock bedöms dessa områden vara begränsade och endast beröra vissa fastigheter och föroreningstyper (exempelvis punktkällor med oljekolväten eller klorerade alifater).

Hur mycket av den djupa jorden (> 1 meter) som behöver åtgärdas genom schaktsanering är oklart. För djup jord bedöms det finnas andra åtgärder än schaktsanering som troligen är mer hållbara åtgärdsmetoder.

Framtida markyta påverkar också vilka nivåer och mängder som slutligen kommer beröras av åtgärder. I de områden där nuvarande markyta ska höjas kan möjligen saneringsdjupet minskas.

Genom sortering av uppschaktade massor bedöms mängden förorenad jord minska. Hur stor andel som kan sorteras ut är inte möjlig att bedöma i dagsläget, men preliminär bedömning är att marken innehåller mycket sten och block. Mindre mängder förorenad jord som måste transporteras och deponeras innebär miljömässiga fördelar med minskade antal transporter, möjligheter för återanvändning samt lägre kostnader för exploitören.

Stor mängd jord bedöms innehålla en föroreningsnivå som ligger under riktvärdet för KM (se bilaga 3) och de platsspecifika riktvärdena som beräknats i riskbedömningen. Det finns stora möjligheter att denna jord kan lämnas kvar på platsen, men frågan behöver bedömas från fastighet till fastighet. I kostnadsbedömningen redovisas därmed två scenarier, ett scenario där all jord (0-2 meter under befintlig markyta) antas schaktas ur och ett där jord med halter under KM inte tagits med.

Vid schaktarbeten inom förorenade områden kommer rening av länshållningsvatten behövas. Rening av länsvatten är ibland förknippat med stora kostnader. Frågan om kostnader i samband med rening av länsvatten förtydligas ytterligare i avsnitt 7.3.2.

Någon uppskattning av kostnader för andra eventuellt tillkommande riskminskande åtgärder har inte utförts. Dessa kostnader kan exempelvis röra in situ-behandling av klorerade alifater och tekniska skyddsåtgärder. Frågan om kostnader i samband med in situ-behandling av klorerade alifater förtydligas ytterligare i avsnitt 7.3.3.

6.2 Masugnen 1

6.2.1 Områdesbeskrivning

Fastigheten Masugnen 1 består i riskbedömningen av två exponeringsenheter, norra och södra. För exponeringsenheten nämnd Masugnen Norra är planerad markanvändning flerfamiljshus med tillhörande källare. Markytan i ritningarna för Masugnen norra är angiven med plushöjd +3,20 RH2000 vilket innebär att markytan höjs. Byggnaderna inom Masugnen är idag rivna med byggnadernas grundläggning med pålar finns kvar i marken. Källare planeras för Masugnen Norra och anläggs till ett djup på -0,35 RH2000 vilket innebär att schakt för källare kan innebära ett behov av vattenhantering.

Planerad markanvändning för exponeringsenhet Masugnen Södra är flerfamiljshus och tillhörande innergårdar, lekplatser och med förskola på bottenplan. Potentiellt kan planerad markanvändning innebära att marken kommer att höjas.

Masugnen Norra har en ungefärlig area på 7 400 m². Masugnen södra har en ungefärlig area på 9 000 m².

Inom Masugnen norra och södra finns förorening i ytlig jord, djup jord samt i ytligt grundvattenmagasin. Inom Masugnen Norra förekommer förorening av arsenik, bly, PAH-M, PAH-H och dioxin som föranleder åtgärd i ytlig jord. För djup jord förekommer förorening av arsenik, PAH-M samt PAH-H som föranleder åtgärd. Ytligt grundvattenmagasin har förorening av PAH-M som föranleder åtgärd.

För exponeringsenheten Masugnen Södra är förorening som föranleder ett åtgärdsbehov bly, zink, PAH-M, PAH-H och dioxin. För djup jord är styrande förorening PAH-M, PAH-H och eventuellt alifater >C10-C12.

Riskbedömningen har visat att från det övre grundvattenmagasinet i planområdets norra del sker ett halttillskott av koppar som innebär att miljökvalitetsnormen riskerar att överskridas i Bällstaviken.

Jordarter inom fastigheten Masugnen 1 har dokumenterats vid provtagning av jord. Bedömning av jordart har utförts vid provtagning och återkommande är jordarter med dominerande inslag av grus, sand eller sten för markens översta meter under markytan. Den andra metern under markytan innehåller även sten, grus och sand frekvent, men en betydande andel av provpunkterna indikerar övergång till lera i djupintervallet 1–2 meter under markytan.

6.2.2 Åtgärdsbehov

Hälsoriskbedömningen för Masugnen Norra och Södra kom fram till att det föreligger ett behov av riskreducerande åtgärder av förorening i ytlig och djup jord för att minska risk för exponering av förorening via intag av jord, inandning av ångor samt intag via odlade växter. För djupare jord föranleds åtgärd även i syfte att förhindra vertikal transport av förorening till yttligare jordlager. För Masugnen Södra finns även ett åtgärdsbehov utifrån skydd av markmiljö.

I det övre grundvattenmagasinet finns ett åtgärdsbehov för att minska risk för exponering via inandning av ånga från förorening i grundvattnet samt för att reducera spridning av koppar från det övre grundvattenmagasinet till Bällstaviken.

6.2.3 Möjliga åtgärdsmetoder

Förorening som innebär risk vid exponering genom direktkontakt eller intag av växter kan åtgärdas genom schaktsanering eller övertäckning med rena massor/hårdgjort yta/byggnad. Om övertäckning väljs är det viktigt att denna åtgärd beaktar risken med återkontaminering via vertikal spridning från djup jord till mer yttlig jord samt risker med ånginträngning. Risk med vertikal föroreningsspridning föreligger främst i finare jordarter. Ett kapillärbrytande skikt på några decimeter kan sannolikt vara tillräckligt för att hindra vertikal föroreningsspridning från djupare till ytligare jordlager.

För risken att exponeras för förorening genom inandning av ångor behöver föroreningar reduceras (schaktsaneras) alternativt att tekniska skyddsåtgärder vidtas som exempelvis kan vara inneslutning eller byggnadstekniska åtgärder för att minska risk för ånginträngning i byggnader.

För att åtgärda halter av koppar och PAH-M i grundvatten är schaktsanering av förorenade jord som innehåller koppar och PAH-M en möjlig åtgärdsmetod för att minska föroreningen i grundvattnet. Några andra åtgärdsmetoder för grundvattnet föreslås inte.

Vid en eventuell schakt av djupnivå 0–1 meter och 1–2 meter kan mängden förorenade jord uppgå till omfattning enligt Tabell 8. Uppskattningen av mängden jord i föroreningsintervall utgår ifrån antaganden beskrivna i avsnitt 4.3.2. Kvoter samt mängder redovisas i Bilaga 3.

Tabell 8. Teoretisk fördelning av mängden jord för Masugnen 1 fördelat i olika föroreningsintervall för två olika jorddjup. Djupnivå redovisas i meter under markytan.

Djupnivå	<KM (ton)	KM-MKM (ton)	MKM-FA (ton)	>FA (ton)	Total mängd (ton)
Masugnen Norra					
0-1	7 300	4 000	1 300	700	13 300
1-2	8 700	2 700	1 300	700	13 300
Masugnen Södra					
0-1	8 700	4 800	1 600	800	15 900
1-2	10 300	3 200	1 600	800	15 900

6.2.4 Kostnadsuppskattning

En översiktlig kostnadsuppskattning för schaktsanering, borttransport och mottagning av massor från Masugnen Norra redovisas i Tabell 9 och för Masugnen Södra i Tabell 10. Någon uppskattning av kostnader för andra eventuellt tillkommande riskminskande åtgärder har inte utförts.

Tabell 9. Översiktlig kostnadsuppskattning för schaktsanering inom Masugnen Norra.

	Scenario <KM körs bort, Mkr	Scenario <KM körs inte bort, Mkr
Mottagnings- och transportkostnad	10	5
Schaktkostnad	1	0,4
Totalt:	11	5,4

Tabell 10. Översiktlig kostnadsuppskattning för schaktsanering inom Masugnen Södra.

	Scenario <KM körs bort, Mkr	Scenario <KM körs inte bort, Mkr
Mottagnings- och transportkostnad	12	6
Schaktkostnad	1,2	0,5
Totalt:	13,2	6,5

6.3 Tackjärnet 1, 3 och 4

6.3.1 Områdesbeskrivning

Planerad markanvändning är flerfamiljshus och tillhörande innergård. Plushöjd på marknivån vid framtida planerad är en plushöjd till ca +2,78 till +3,66 RH2000.

Fastigheterna har en sammanlagd yta på 3 750 m², varav Tackjärnet 1 har en yta på 1 500 m², Tackjärnet 3 en yta på 1 500 m² och Tackjärnet 4 en yta på 750 m².

Inom fastigheterna Tackjärnet 1, 3 och 4 har verksamhet inom ytbehandling av metaller, plåtslageri och smide bedrivits och denna typ av verksamhet identifieras som potentiella källor till förorening.

Förorening som har identifierats som styrande för åtgärdsbehovet är arsenik, bly, PAH-L, PAH-M och PAH-H i ytlig jord. Åtgärdsbehov är definierat utifrån att det hälsobaserade riktvärdet för inandning av ånga, direktkontakt med jord samt skydd av markmiljö har överskridits i ytlig jord. För djup jord är föroreningen PAH-M styrande, där hälsobaserat riktvärde överskrids för inandning av ånga.

Riskbedömningen har visat att från det övre grundvattenmagasinet i planområdets norra del sker ett halttillskott av koppar som överstiger eller riskerar att överstiga miljö kvalitetsnormen i Bällstaviken.

6.3.2 Åtgärdsbehov

Förorening i ytlig jord föranleder en åtgärd för att minska risk för exponering via inandning av ångor, direktkontakt med förorenad jord och intag av växter samt för skydd av markmiljöns funktion. För djupare jord innebär risk för exponering via inandning av ångor att ett åtgärdsbehov finns.

I det övre grundvattenmagasinet finns åtgärdsbehov för att reducera spridning av koppar från det övre grundvattenmagasinet till Bällstaviken.

6.3.3 Möjliga åtgärdsmetoder

Förorening som innebär risk vid exponering genom direktkontakt eller intag av växter kan åtgärdas genom schaktsanering eller övertäckning med rena massor /hårdgjort yta/byggnad. Om övertäckning väljs är det viktigt att denna åtgärd beaktar risken med återkontaminering via vertikal spridning från djup jord till mer ytlig jord samt risker med ånginträngning. Risk med vertikal föroreningsspridning föreligger främst i finare jordarter. Ett kapillärbrytande skikt på några decimeter kan sannolikt vara tillräckligt för att hindra vertikal föroreningsspridning från djupare till ytligare jordlager.

För risken att exponeras för förorening genom inandning av ångor behöver halten reduceras (t.ex genom schaktsanering) alternativt att tekniska skyddsåtgärder vidtas som exempelvis kan vara inneslutning eller byggnadstekniska åtgärder för att minska risk för ånginträngning i byggnader.

För att åtgärda halter av koppar i det övre grundvattenmagasinet är schaktsanering av förorenad jord som innehåller koppar en möjlig åtgärds metod för att minska föroreningen i grundvattnet. Några andra åtgärds metoder för grundvattnet föreslås inte.

Vid en eventuell schakt av djupnivå 0–1 meter och 1-2 meter kan mängden av förorenad jord uppgå till omfattning enligt Tabell 11. Uppskattningen av mängden jord i föroreningsintervall utgår ifrån antaganden beskrivna i avsnitt 4.3.2. Kvoter samt mängder redovisas i Bilaga 3.

Tabell 11. Teoretisk fördelning av mängden jord för Tackjärnet 1, 3 och 4 fördelat i olika föroreningsintervall för två olika jorddjup. Djupnivå redovisas i meter under markytan.

Djupnivå	<KM (ton)	KM-MKM (ton)	MKM-FA (ton)	>FA (ton)	Total mängd (ton)
0-1	6 000	3 300	1 100	500	10 900
1-2	7 100	2 200	1 100	500	10 900

6.3.4 Kostnadsuppskattning

En översiktlig kostnadsuppskattning för schaktsanering, borttransport och mottagning av massor från Tackjärnet 1, 3 och 4 redovisas i Tabell 12. Någon uppskattning av kostnader för andra eventuellt tillkommande riskminskande åtgärder har inte utförts.

Tabell 12. Översiktlig kostnadsuppskattning för schaktsanering inom Tackjärnet 1, 3 och 4.

	Scenario <KM körs bort, Mkr	Scenario <KM körs inte bort, Mkr
Mottagnings- och transportkostnad	8	4
Schaktkostnad	0,9	0,4
Totalt:	8,9	4,4

6.4 Gjutmästaren 3, 4 och 5

6.4.1 Områdesbeskrivning

Planerad markanvändning inom Gjutmästaren 3, 4 och 5 är flerfamiljshus med tillhörande innergårdar. Några hus kommer att ha garage i bottenplan eller källarplan. Inom Gjutmästaren 5 planeras även för kontorslokaler. Mellan husen kommer gångstråk och gårdsplan/grönyta finnas. Flertalet byggnader inom fastigheterna bedöms ha pålad grundläggning.

Markytan kommer potentiellt att höjas inom fastigheterna. Planerad höjd för husgrund inom Gjutmästaren 3 är runt +2,7 till +3,18 RH2000. Markytan på bostadshusen inom Gjutmästaren 4 planeras mellan +2,7 och +3,4 RH2000. Enligt ritningar över Gjutmästaren 5 planeras markytan för gårdsplanen till + 7,2

RH2000. För omkringliggande väg utanför bostadsområdet är plushöjden +3,0 till +5,2 RH2000.

Fastigheten Gjutmästaren 3 har en total yta på 12 000 m², Gjutmästaren 4 är 8 400 m² Gjutmästaren 5 är en fastighet på 16 000 m².

Jordartsobservationer från tidigare utförda markundersökningar indikerar att det finns jordarter med inslag av grövre material i både ytlig jord (0-1 meter) samt djupare jord (1-2 meter).

Inom Gjutmästaren 3, 4 och 5 är styrande förorening för åtgärdsbehovet i ytlig jord arsenik, PAH-M och PAH-H och inom Gjutmästaren 5 även bly och PCB7.

I djupare jord inom Gjutmästaren 3 är PAH-M styrande förorening. I djup jord inom Gjutmästaren 4 finns förorening av arsenik, PAH-M, PAH-H samt alifater >C10-C12 som innebär en potentiell risk. Styrande förorening i djup jord inom Gjutmästaren 5 har identifierats vara arsenik, PAH-M och PAH-H.

I ytligt grundvatten inom Gjutmästaren 3 är förorening av PAH-M och vinylklorid styrande. Inom Gjutmästaren 4 är PAH-M, PAH-H, alifater >C10-C12 samt vinylklorid styrande för risk med avseende på hälsa i ytligt grundvatten. Styrande förorening inom Gjutmästaren 5 är vinylklorid i ytligt grundvatten.

6.4.2 Åtgärdsbehov

Inom Gjutmästaren 3 föranleds åtgärdsbehovet av att det förekommer förorening i ytlig jord som innebär risk vid exponering genom direktkontakt eller intag av växter och för djup jord styr risk för exponering genom inandning av ångor. I ytligt grundvattenmagasin förekommer förorening som innebär risk vid exponering vid inandning av ångor.

För Gjutmästaren 4 föranleds åtgärdsbehovet av att påvisad förorening i ytlig jord innebär en risk vid exponering genom inandning av ångor, direktkontakt med förorenad jord, intag av växter eller en risk för markecosystemet. För djupare jord föranleds åtgärd då risk för exponering genom inandning av ånga föreligger, samt risk för vertikal transport av förorening till ytligare jordlager. I ytligt grundvattenmagasin förekommer förorening som innebär risk via exponering genom inandning av ångor.

Inom Gjutmästaren 5 föranleds åtgärdsbehovet av risk vid direktkontakt med ytlig jord samt risk för inandning av ånga från förorening som finns i ytlig jord, djup jord samt ytligt grundvatten. Utöver det finns ett åtgärdsbehov för att minska risken för negativa effekter på ytlig jords markmiljö och för vertikal spridning av förorening från djup jord till ytlig jord.

Inom Gjutmästaren 3, 4 och 5 finns möjligen ett åtgärdsbehov av att hindra spridning av förorening från grundvatten till ytvattnet, vilket främst gäller PAH.

6.4.3 Möjliga åtgärdsmetoder

Förorening som innebär risk vid exponering genom direktkontakt eller intag av växter kan åtgärdas genom schaktsanering eller övertäckning med rena massor/hårdgjort yta/byggnad. Om övertäckning väljs är det viktigt att denna åtgärd beaktar risken med återkontamineras via vertikal spridning från djup jord till mer ytlig jord inom Gjutmästaren 4 och 5 samt risker med ånginträngning. Risk med vertikal föroreningsspridning föreligger främst i finare jordarter. Ett

kapillärbrytande skikt på några decimeter kan sannolikt vara tillräckligt för att hindra vertikal föroreningsspridning från djupare till ytligare jordlager.

För risken att exponeras för förorening genom inandning av ångor behöver föroreningar reduceras (t.ex genom schaktsanering) alternativt att tekniska skyddsåtgärder vidtas som exempelvis kan vara inneslutning eller byggnadstekniska åtgärder för att minska risk för ånginträngning in i byggnader.

Vid åtgärd av klorerade alifater inklusive vinylklorid kan åtgärd utföras genom in-situ behandling av föroreningen. In-situ metoder beskrivs i avsnitt 5.5.3.

Minskad spridning av PAH till Bällstaviken via grundvattnet bedöms kunna åstadkommas vid schaktsanering av förorenad jord.

Vid en eventuell schakt av djupnivå 0-1 meter och 1-2 meter kan mängden av förorenad jord uppgå till omfattning enligt Tabell 13, Tabell 14 och Tabell 15. Uppskattningen av mängden jord i föroreningsintervall utgår ifrån antaganden beskrivna i avsnitt 4.3.2. Kvoter samt mängder redovisas i Bilaga 3.

Tabell 13. Teoretisk fördelning av mängden jord för Gjutmästaren 3 fördelat i olika föroreningsintervall för två olika jorddjup. Djupnivå redovisas i meter under markytan.

Djupnivå	<KM (ton)	KM-MKM (ton)	MKM-FA (ton)	>FA (ton)	Total mängd (ton)
0-1	8 700	4 800	1 600	800	15 900
1-2	10 300	3 200	1 600	800	15 900

Tabell 14. Teoretisk fördelning av mängden jord för Gjutmästaren 4 fördelat i olika föroreningsintervall för två olika jorddjup. Djupnivå redovisas i meter under markytan.

Djupnivå	<KM (ton)	KM-MKM (ton)	MKM-FA (ton)	>FA (ton)	Total mängd (ton)
0-1	8 300	4 500	1 500	800	15 100
1-2	9 800	3 000	1 500	800	15 100

Tabell 15. Teoretisk fördelning av mängden jord för Gjutmästaren 5 fördelat i olika föroreningsintervall för två olika jorddjup. Djupnivå redovisas i meter under markytan.

Djupnivå	<KM (ton)	KM-MKM (ton)	MKM-FA (ton)	>FA (ton)	Total mängd (ton)
0-1	15 800	8 600	2 900	1 400	28 800
1-2	18 700	5 800	2 900	1 400	28 800

6.4.4 Kostnadsuppskattning

Översiktlig kostnadsuppskattning för schaktsanering, borttransport och mottagning av massor från Gjutmästaren 3, 4 och 5 har tagits fram och redovisas i Tabell 16, Tabell 17 och Tabell 18.

Uppskattning av kostnader för andra eventuellt tillkommande riskminskande åtgärder som exempelvis in situ-behandling av klorerade alifater är generella för hela planområdet och redovisas i kapitel 7.3.

Tabell 16. Översiktlig kostnadsuppskattning för schaktsanering inom Gjutmästaren 3.

	Scenario <KM körs bort, Mkr	Scenario <KM körs inte bort, Mkr
Mottagnings- och transportkostnad	12	6
Schaktkostnad	1,2	0,5
Totalt:	13,2	6,5

Tabell 17. Översiktlig kostnadsuppskattning för schaktsanering inom Gjutmästaren 4.

	Scenario <KM körs bort, Mkr	Scenario <KM körs inte bort, Mkr
Mottagnings- och transportkostnad	11,5	6
Schaktkostnad	1,1	0,5
Totalt:	12,6	6,5

Tabell 18. Översiktlig kostnadsuppskattning för schaktsanering inom Gjutmästaren 5.

	Scenario <KM körs bort, Mkr	Scenario <KM körs inte bort, Mkr
Mottagnings- och transportkostnad	21,5	11
Schaktkostnad	2,2	0,9
Totalt:	23,7	11,9

6.5 Valsverket 7, 8 och 10

6.5.1 Områdesbeskrivning

Inom Valsverket 7, 8 och 10 är planerad markanvändning skola eller förskola, bostäder utan källare, med tillhörande innergårdar.

Inom Valsverket 10, där förskola/skola ska byggas har förorening påvisats som föranleder ett åtgärdsbehov. Föroreningarna är bly, PAH-L, PAH-M, PAH-H samt PCB7 i ytlig jord och PAH-M i djup jord.

Förorening inom exponeringsenheten som planeras för bostäder och innergårdar är styrande föroreningar för ytlig jord PAH-L, PAH-M, PAH-H samt PCB7. För ytligt grundvatten har alifater >C10-C12 och PAH-M identifierats som förorening som föranleder ett åtgärdsbehov.

Valsverket 10 som planeras för skola/förskola har uppskattats ha en yta på 11 000 m². Valsverket 7, 8 och 10 som planeras för bostäder uppskattas också till ca 11 000 m².

6.5.2 Åtgärdsbehov

För föroreningen inom Valsverket 10 med planerad skola eller förskola är styrande risker förknippade med inandning av ånga samt direkt kontakt med förorening. Ett åtgärdsbehov finns således för att minska risk för exponering genom direktkontakt med förorening i ytlig jord eller via inandning av ånga från förorening i ytlig och djup jord.

Inom delar av Valsverket 7, 8 och 10 som planeras för bostäder föranleds åtgärd av att påvisad förorening i yttlig jord som innebär en risk vid exponering genom inandning av ångor, direktkontakt med förorenad jord, intag av växter eller en risk för markecosystemet. För djupare jord föranleds åtgärd då risk vid exponering av ånga föreligger. Förorening inom yttligt grundvatten kan innebära en risk för exponering av förorening genom inandning av ångor.

Åtgärdsbehovet inom fastigheterna innebär att åtgärder behövs för att minska risk för kontakt med förorenad jord samt för att minska risk för att exponeras via inandning av ångor från förorenad jord eller förorenat grundvatten.

6.5.3 Möjliga åtgärdsmetoder

För minskning av risk för direktkontakt med förorenad jord är åtgärdsmetod schaktsanering och minskning av föroreningshalt eller en avhjälpande åtgärd genom övertäckning, för att minska risk för exponering via direktkontakt av förorening. Om övertäckning väljs är det viktigt att denna åtgärd beaktar risken med återkontaminering via vertikal spridning från djup jord till mer yttlig jord samt risker med ånginträngning. Risk med vertikal föroreningsspridning föreligger främst i finare jordarter. Ett kapillärbrytande skikt på några decimeter kan sannolikt vara tillräckligt för att hindra vertikal föroreningsspridning från djupare till yttligare jordlager.

För risken att exponeras för förorening genom inandning av ångor behöver föroreningar reduceras (t.ex genom schaktsanering) alternativt att tekniska skyddsåtgärder vidtas som exempelvis kan vara inneslutning eller byggnadstekniska åtgärder för att minska risk för ånginträngning in i byggnader.

Vid en eventuell schakt av djupnivå 0-1 meter och 1-2 meter kan mängden förorenad jord uppgå till omfattning enligt Tabell 19 och Tabell 20. Uppskattningen av mängden jord i föroreningsintervall utgår ifrån antaganden beskrivna i avsnitt 4.3.2. Kvoter samt mängder redovisas i Bilaga 3.

Tabell 19. Teoretisk fördelning av mängden jord för Valsverket 10 som planeras för skola fördelat i olika föroreningsintervall för två olika jorddjup. Djupnivå redovisas i meter under markytan.

Djupnivå	<KM (ton)	KM-MKM (ton)	MKM-FA (ton)	>FA (ton)	Total mängd (ton)
0-1	10 900	5 900	2 000	1 000	19 900
1-2	12 900	4 000	2 000	1 000	19 900

Tabell 20. Teoretisk fördelning av mängden jord för Valsverket 10 som planeras för bostäder fördelat i olika föroreningsintervall för två olika jorddjup. Djupnivå redovisas i meter under markytan.

Djupnivå	<KM (ton)	KM-MKM (ton)	MKM-FA (ton)	>FA (ton)	Total mängd (ton)
0-1	10 900	5 900	2 000	1 000	19 900
1-2	12 900	4 000	2 000	1 000	19 900

6.5.4 Kostnadsuppskattning

Översiktlig kostnadsuppskattning för schaktsanering, borttransport och mottagning av massor från Valsverket 7, 8 och 10 har tagits fram och redovisas

i Tabell 21 och Tabell 22. Någon uppskattning av kostnader för andra eventuellt tillkommande riskminskande åtgärder har inte utförts.

Tabell 21. Översiktlig kostnadsuppskattning för schaktsanering inom Valsverket 10 som planeras för skola.

	Scenario <KM körs bort, Mkr	Scenario <KM körs inte bort, Mkr
Mottagnings- och transportkostnad	15	7,5
Schaktkostnad	1,5	0,6
Totalt:	16,5	8,1

Tabell 22. Översiktlig kostnadsuppskattning för schaktsanering inom Valsverket 10 som planeras för bostäder.

	Scenario <KM körs bort, Mkr	Scenario <KM körs inte bort, Mkr
Mottagnings- och transportkostnad	15	7,5
Schaktkostnad	1,5	0,6
Totalt:	16,5	8,1

6.6 Strandparken

6.6.1 Områdesbeskrivning

Området för Strandparken omfattar planområdets östra del, strandkanten mot Bällstaviken. Markanvändningen planeras bli park och inga byggnader avses att uppföras.

Idag utgörs området av kaj och sumpstrand. Flertalet mudderverk och båtar ligger förtöjda vid kajen och verksamhet pågår inom kajområdet.

Föroreningar i jord som identifierats som potentiella hälsorisker inom exponeringsenheten Strandparken Norra är arsenik, PAH-M, PAH-H, dioxin för yttlig jord och PAH-M, PAH-H och dioxin i djupare jord. För Strandparken syd är det PAH-M och PAH-H som identifierats som föroreningar med potentiella hälsorisker i yttlig jord, dock är analysunderlaget mycket litet, vilket försvårar utvärderingen av eventuella hälsorisker inom detta område.

Delområdet Strandparken Norra har en ungefärlig area på 3 200 m² och Strandparken Syd har en area på 2 700 m².

Framtida markanvändning innebär att ny markyta skapas genom en utfyllnad ut i Bällstaviken. Den mellersta delen av befintlig kaj renoveras, övriga kajdelar rivs. Utfyllnaden utformas för att ge plats åt ekosystemtjänster för att möjliggöra att ett vattenekosystem etablerar sig i strandzonen. Strandparken visualiseras i Figur 17 nedan.

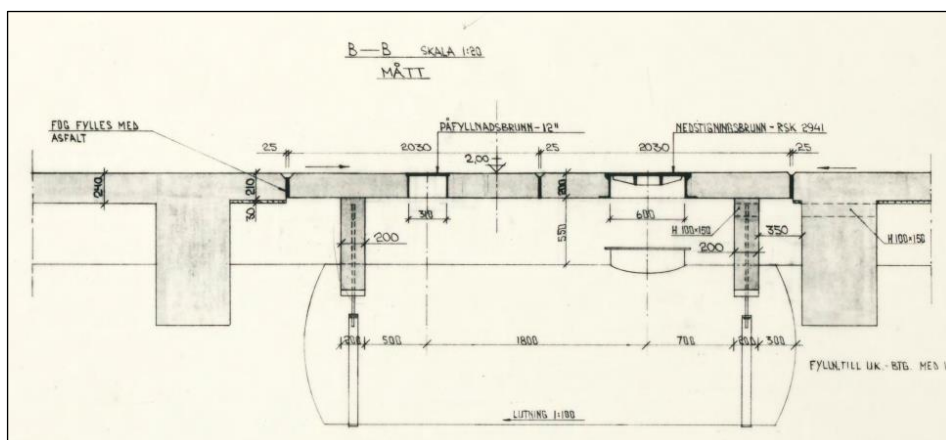


Figur 17. Figuren visualiserar framtida utformning av Strandparken (Nyréns arkitektkontor, 2025)

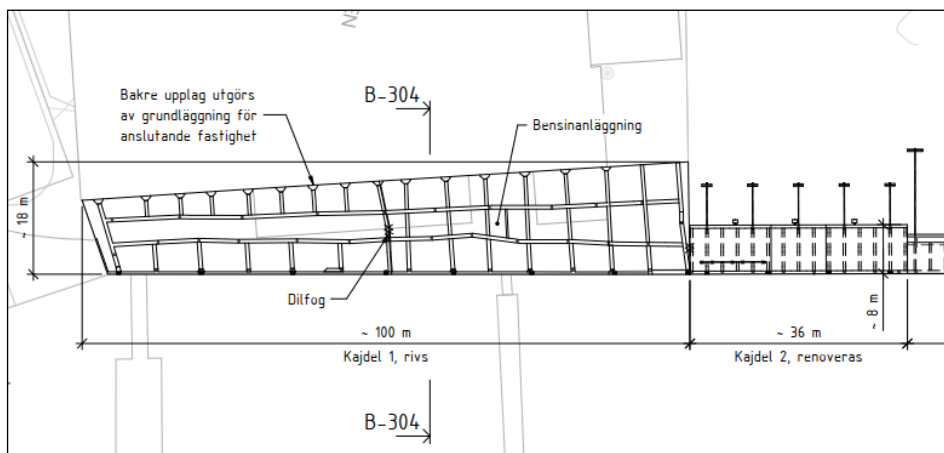
6.6.2 Åtgärdsbehov

För föroreningen inom Strandparken Norra är styrande risker förknippade med direktkontakt med förorening (intag av jord) och intag av växter. Det bedöms även föreligga en risk att förorening innebär negativa effekter på markmiljön i yttlig jord. Ett åtgärdsbehov finns således för att minska risk för exponering för förorening både för människor och för markmiljön i yttlig jord. Föroreningar i djupjord behöver även de åtgärdas för att inte den ytliga jorden ska återkontamineras via vertikal spridning från djup jord till mer yttlig jord. Det föreligger även ett åtgärdsbehov för att hindra flyktiga föroreningar att spridas via ånga in i angränsande flerfamiljshus.

För Strandparken syd har inget åtgärdsbehov pekats ut på grund av för litet analysunderlag. Dock har det i kajdel 1, dvs söder om ankoringskajen för pendelbåtstrafiken, tidigare funnits en tankningsanläggning för båtar. Cisternen är nedgrävd och övergjuten med betong. I samband med att kajdel 1 rivs behöver cisternen avlägsnas och skrotas. Det kan inte uteslutas att det med åren uppstått läckage och spill. Inga undersökningar rörande förorening i mark har utförts vid tankanläggningen vilket därför behöver utföras inför eller vid rivning av kajdel 1. Figur 18 visar bränsleanläggningens konstruktion och Figur 19 visar tankningsanläggningens ungefärliga placering.



Figur 18. Figuren visar tankningsanläggningens konstruktion (ELU, 2025a).

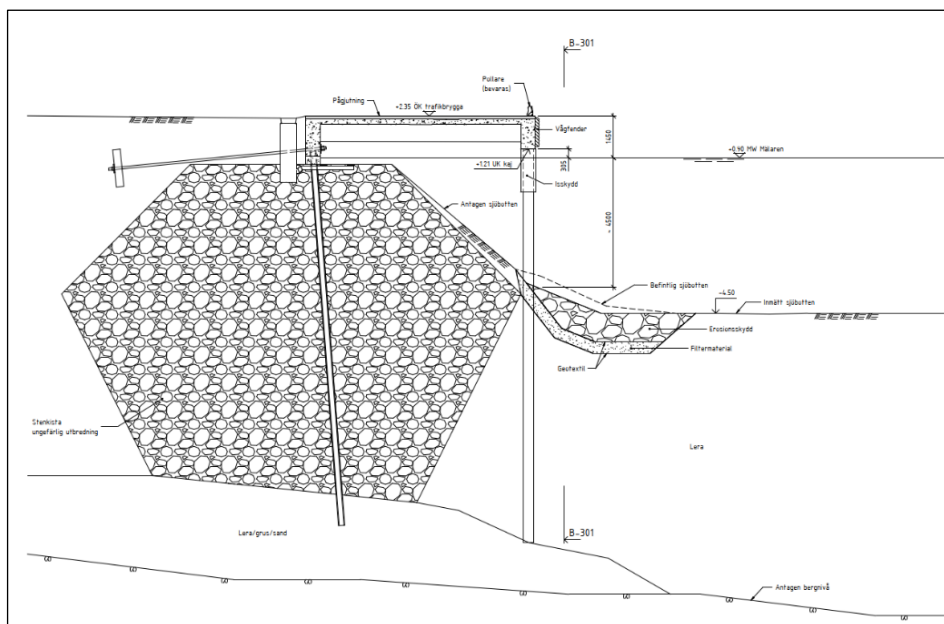


Figur 19. Figuren visar tankningsanläggningens ungefärliga placering. Kajdel 2 motsvarar planerad angränsningsplats för pendelbåt (ELU, 2025a).

Förorenade bottensediment i Bällstaviken utgör risk för bottenlevande organismer och troligen även en risk för spridning till omgivande vatten, vilket innebär ett åtgärdsbehov. Förhöjda halter av metaller, PAH, tennorganiska föroreningar, PCB, PFAS, dioxiner och petroleumkolväten har påträffats i sediment i Bällstaviken. Dessa förekommer i halter som innebär stor till mycket stor avvikelse jämfört med regionala bakgrundshalter. Volymen förorenade sediment har inte uppskattats, men det antas att det föreligger en likartad föroreningssituation i sedimenten inom hela planområdet.

En kajdel kommer renoveras för att möjliggöra angöring av pendelbåtstrafik, se Figur 17. Preliminär konstruktion av kajen visas i Figur 20. Minsta vattendjup intill kaj ska vara 4,5m. För att åstadkomma detta behöver viss muddring ske och sedan planeras att kvarvarande sediment täckas med erosionsskyddande material.

Båttrafiken förutsätts orsaka grumling och spridning av förorenade sediment. Det kommer därmed att behövas åtgärd för att förhindra spridning av förorening i sedimenten, även i farleden.



Figur 20. Figuren visar föreslagen kajkonstruktion samt behov av muddring av sediment (ELU, 2025a).

6.6.3 Möjliga åtgärdsmetoder

6.6.3.1 Jord

För att åtgärda risk för exponering av förorening kan schaktsanering reducera föroreningshalterna. Övertäckning är också en alternativ åtgärd som minskar risk för exponering genom direktkontakt. Om övertäckning väljs är det viktigt att denna åtgärd beaktar risken med återkontamineras via vertikal spridning från djup jord till mer yttlig jord. Risk med vertikal föroreningsspridning föreligger främst i finare jordarter. Ett kapillärbrytande skikt på några decimeter kan sannolikt vara tillräckligt för att hindra vertikal föroreningsspridning från djupare till yttligare jordlager.

För att förhindra att flyktiga föroreningar sprids till angränsande flerfamiljshus så kan tekniska skyddsåtgärder utföras för att minska risk för ånginträngning. Även schaktsanering genom att avlägsna förorenade jord är ett alternativ.

Vid en eventuell schakt av djupnivå 0-1 meter och 1-2 meter kan mängder och volymer av förorenad jord uppgå till omfattning enligt Tabell 23. I tabellen har hela det markområde som i dagsläget är beläget inom Strandparken nord och syd tagits med. Det bedöms som sannolikt att mängderna i tabellen är överskattade. Uppskattningen av mängden jord i föroreningsintervall utgår ifrån antaganden beskrivna i avsnitt 4.3.2. Kvoter samt mängder redovisas i Bilaga 3.

Tabell 23. Teoretisk fördelning av mängden jord för Strandparken som planeras för bostäder fördelat i olika föroreningsintervall för två olika jorddjup. Djupnivå redovisas i meter under markytan.

Djupnivå	<KM (ton)	KM-MKM (ton)	MKM-FA (ton)	>FA (ton)	Total mängd (ton)
0-1	5 900	3 200	1 100	500	10 700
1-2	6 900	2 200	1 100	500	10 700

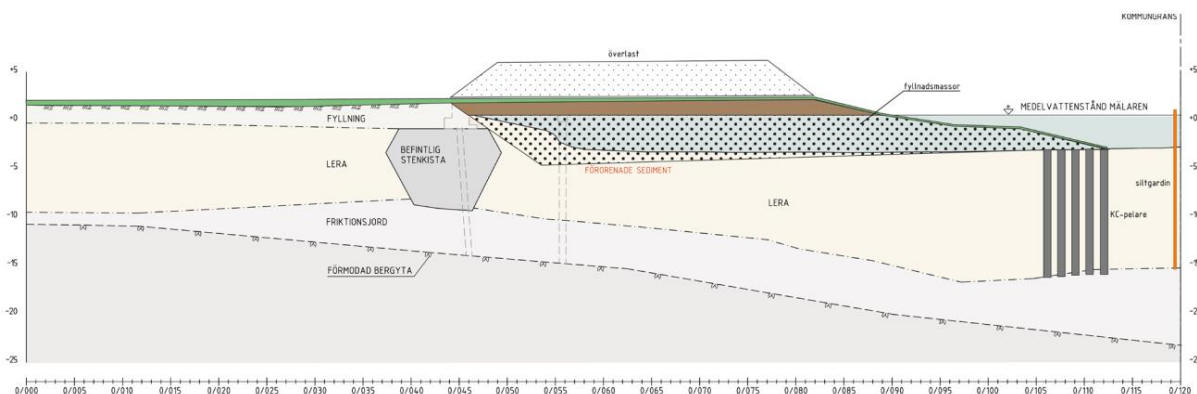
6.6.3.2 Sediment

För att hantera förorenade sediment finns främst två olika tänkbara metoder. Det ena är muddring och det andra är övertäckning. Båda metoderna bedöms lämpliga inom detaljplaneområdet, både enskilt och i kombination. Av kostnadsskäl rekommenderas övertäckning i första hand.

För att åstadkomma det vattendjup som krävs för angöring av pendelbåtstrafik behöver viss muddring ske intill kajen och möjligen även i farleden. Sedan planeras att kvarvarande sediment täcks med erosionsskyddande material.

De förorenade sedimenten inom området för utfyllnaden kommer efter exploateringen vara övertäckta. Utfyllnaden i sig bedöms utgöra ett fullgott skydd mot spridning av förorenade sediment och någon ytterligare åtgärd bedöms ej nödvändig. Övertäckningen behöver planeras och utformas i enlighet med en isolationsövertäckning. En sådan övertäckning ställer stora krav på att den genomförs på ett geotekniskt stabilt sätt så att inte arbetena orsakar erosion och spridning av förorenade sediment.

Ett konstruktionsalternativ för utfyllnaden har tagits fram som innebär grundläggning med KC-pelare, som en inramning längs med utfyllnadens yttre gräns. En sådan grundläggning innebär att de förorenade sedimenten binds i KC-pelaren vilket även det ger skydd mot spridning av förorenade sediment. Det förhindrar även undanträngning av förorenade sediment utanför utfyllnadens område. Figur 21 visar utfyllnadens konstruktion.



Figur 21. Föreslagen konstruktion för utfyllnaden.

6.6.4 Hantering och omhändertagande av förorenade sediment

Muddring kommer bli aktuellt vid kajen där färjan skall angöra, se Figur 20, för att uppnå tillräckligt angöringsdjup 4,5 m. Ytterligare muddring för att förhindra spridning av förorenade sediment till följd av båttrafiken kan komma att bli aktuellt i farleden.

Muddermassor har låg TS-halt, det vill säga de innehåller stor andel vatten. Det medför att muddermassorna behöver avvattnas och stabiliseras innan de kan transporteras till en mottagare. För att undvika transporter bör avvattning och stabilisering ske lokalt. Hanteringen av muddermassor kräver utrymme och tid, vilket kan vara begränsande faktorer vid exploateringen av Bällsta Hamn.

När muddermassor tas upp på land för omhändertagande kommer de behöva hanteras som förorenade massor. Baserat på analysresultaten från

sedimentprovtagningar gjorda i Bällsta Hamn kan det förväntas att majoriteten av muddermassorna (65%) har föroreningshalter inom intervallet MKM-FA. Ungefär 5% av muddermassorna bedöms utgöra farligt avfall baserat på uppmätta halter av koppar och zink och ca 27% kan förväntas innehålla föroreningar inom intervallet KM-MKM.

Tabell 24 sammanfattar uppmätta halter av föroreningsinnehåll i sediment inom Bällsta Hamns detaljplaneområde, jämfört med Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad jord. Informationen kan utgöra underlag för kostnadsbedömning av omhändertagande av muddermassor.

Tabell 24. Tabellen sammanfattar föroreningsinnehåll i sedimentprover från Bällsta Hamn, jämfört med Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad jord.

Föroreningsinnehåll	Antal prover	Andel
>FA	3	5%
MKM-FA	41	65%
KM-MKM	17	27%
<KM	2	3%

Det finns begränsat med information om föroreningssituationen i sediment djupare än 0,6 m från sedimentens yta. Det kan inte uteslutas att äldre, djupt liggande sediment, också kan ha höga föroreningshalter och som riskerar att blottläggas vid muddring. Det finns i dagsläget en kunskapslucka om bland annat föroreningssituationen i djupare sediment som behöver besvaras innan eventuella muddringsarbeten påbörjas. Om muddring blir aktuellt behöver kompletterande provtagning av sediment ske för att inte muddringen ska medföra blottläggning av förorenade djupa sediment och därmed öka spridningen av förorening.

6.6.5 Kostnadsuppskattning

Utfyllnaden inom Strandparken ska genomföras inom ramen för exploateringen och utgör inte en egentlig saneringsåtgärd. Övertäckningen budgeteras därför inte i föreliggande åtgärdsutredning.

Nuvarande kajdel 1 och kajdel 3 ska rivas (ELU, 2025a). Befintlig betong kan möjligen användas som fyllnadsmaterial i Strandparkens utfyllnad. Innan eventuell återanvändning av betong kan genomföras behöver betongens innehåll av sexvärt krom först analyseras. Återanvändning av betong skulle innebära en kostnadsbesparing för projektet.

Nedanstående kostnader i Tabell 25 gäller för schaktsanering, borttransport samt mottagning av massor från det markområde som i dagsläget är beläget inom Strandparken nord och syd.

Tabell 25. Översiktlig kostnadsuppskattning för schaktsanering inom Strandparken nord och syd som planeras för bostäder.

	Scenario <KM körs bort, Mkr	Scenario <KM körs inte bort, Mkr
Mottagnings- och transportkostnad	8	4
Schaktkostnad	0,9	0,4
Totalt:	8,9	4,4

Kostnader för muddring och omhändertagande av muddermassor är av flera anledningar svår att bedöma i dagsläget, bland annat finns ingen kunskap om vilka mängder muddermassor som behöver omhändertas. Kostnader för muddringsarbeten och omhändertagande av muddermassor får bedömas när omfattningen av muddringen är tydlig och en plan för omhändertagande finns. För åtgärdsutredningen har kostnader för andra saneringsmuddringar tagits fram som referensprojekt, vilket ger möjlighet att bedöma ungefärliga kostnader för muddringsarbeten inom Bällsta Hamn. Referensprojektens kostnader per hanterad kubikmeter redovisas i kapitel 7.3.

En mottagningskostnad på 1 000 kr/ton har inhämtats från mottagningsanläggning. Priset inkluderar inte muddring eller transport. Transportkostnaden påverkas om massorna är avvattade eller ej. Ej avvattade massor innebär att täta bilar behöver användas, vilket generellt är en dyrare form av transport och genererar även fler transporter.

6.7 Bällstahamnsparcken och Vattenparken

6.7.1 Områdesbeskrivning

Planerad markanvändning i Bällstahamnsparcken och Vattenparken är park i urban miljö. Bällstahamnsparcken har en yta på 5 500 m² och Vattenparkens yta uppskattas till 2 000 m².

Inom Vattenparken ska en reningsanläggning för lokalt åtgärdsprogram för Bällstaviken anläggas under mark. Anläggningen kommer omhänderta och rena dagvatten från ett stort avrinningsområde väster om planområdet, men inte dagvattnet från planområdet. Dagvattenanläggningen kommer innebära omfattande schaktarbeten och parken anläggs ovanpå anläggningen.

Förorening som bedömts styrande inom Bällstahamnsparcken är PAH-H, dioxin och PCB7 i ytlig jord samt PAH-H och PCB7 i djup jord.

Ingen undersökning av förorening i jord och grundvatten har utförts inom Vattenparken.

6.7.2 Åtgärdsbehov

Förorening som föranleder åtgärdsbehovet i Bällstahamnsparcken medför en potentiell risk vid exponering genom direktkontakt för ytlig jord och intag av växter. Föroreningar i djup jord behöver även de åtgärdas för att inte den ytliga jorden ska återkontamineras via vertikal spridning från djup jord till mer ytlig jord.

Vattenparken har inte kunnat riskbedömas och det är oklart om det föreligger ett åtgärdsbehov. För åtgärdsutredningen har det antagits att det är en likartad

föroreningssituation som i intilliggande områden och att det föreligger ett åtgärdsbehov även inom Vattenparken.

6.7.3 Möjliga åtgärdsmetoder

För åtgärd av förorening som innebär en risk vid direktexponering samt intag av växter är möjlig åtgärd schaktsanering eller övertäckning för att omöjliggöra åtkomst till förorening. Om övertäckning väljs är det viktigt att denna åtgärd beaktar risken med återkontamineras via vertikal spridning från djup jord till mer yttlig jord. Risk med vertikal föroreningsspridning föreligger främst i finare jordarter. Ett kapillärbrytande skikt på några decimeter kan sannolikt vara tillräckligt för att hindra vertikal föroreningsspridning från djupare till yttligare jordlager.

Vid en eventuell schakt av djupnivå 0-1 meter och 1-2 meter kan mängder och volymer av förorenad jord uppgå till omfattning enligt Tabell 26. Uppskattningen av mängden jord i föroreningsintervall utgår ifrån antaganden beskrivna i avsnitt 4.3.2, och kvoter samt mängder redovisas i Bilaga 3.

Tabell 26. Teoretisk fördelning av mängden jord för Bällstahamnssparken och Vattenparken fördelat i olika föroreningsintervall för två olika jorddjup. Djupnivå redovisas i meter under markytan.

Djupnivå	<KM (ton)	KM-MKM (ton)	MKM-FA (ton)	>FA (ton)	Total mängd (ton)
0-1	7 500	4 100	1 400	700	13 500
1-2	8 800	2 700	1 400	700	13 500

6.7.4 Kostnadsuppskattning

Översiktlig kostnadsuppskattning för schaktsanering, borttransport och mottagning av massor från Bällstahamnssparken och Vattenparken har tagits fram och redovisas i Tabell 27. Någon uppskattning av kostnader för andra eventuellt tillkommande riskminskande åtgärder har inte utförts.

Tabell 27. Översiktlig kostnadsuppskattning för schaktsanering inom Bällstahamnssparken och Vattenparken.

	Scenario <KM körs bort, Mkr	Scenario <KM körs inte bort, Mkr
Mottagnings- och transportkostnad	10	5,5
Schaktkostnad	1,1	0,5
Totalt:	11,1	6,0

6.8 Karlsbodatorget

6.8.1 Områdesbeskrivning

Karlsbodatorget har en yta på 1 500 m². Området planeras för ett torg med en blandning av hårdgjorda ytor och grönytor.

För exponeringsenheten Karlsbodatorget har förorening av arsenik, PAH-M, PAH-H identifierats i yttlig jord och arsenik, PAH-H i djup jord, som föranleder ett åtgärdsbehov.

Grundvattnet i det övre magasinet inom planområdet påträffas cirka 0,5 till 2 m under markytan (ca +1,5 till +0,5 RH2000).

6.8.2 Åtgärdsbehov

Åtgärdsbehovet föranleds av att förorening i yttlig jord kan innebära en risk för exponering genom direktkontakt med förorening och intag av växter. En risk för markmiljöns funktion är även identifierad som risk för yttlig jord. Föroreningar i djup jord behöver även de åtgärdas för att inte den ytliga jorden ska återkontamineras via vertikal spridning från djup jord till mer yttlig jord. Det föreligger även ett åtgärdsbehov för att hindra flyktiga föroreningar att spridas via ånga in i angränsande flerbilshus.

6.8.3 Möjliga åtgärdsmetoder

För åtgärd av förorening som innebär en risk vid direktkontakt eller intag via odlade växter kan förorening åtgärdas via schaktsanering eller övertäckning för att omöjliggöra åtkomst till förorening. Om övertäckning väljs är det viktigt att denna åtgärd beaktar risken med återkontaminering via vertikal spridning från djup jord till mer yttlig jord samt risker med ånginträngning. Risk med vertikal föroreningsspridning föreligger främst i finare jordarter. Ett kapillärbrytande skikt på några decimeter kan sannolikt vara tillräckligt för att hindra vertikal föroreningsspridning från djupare till ytligare jordlager.

För risken att exponeras för förorening genom inandning av ångor i angränsande flerbilshus behöver föroreningar reduceras alternativt att tekniska skyddsåtgärder vidtas förhindrar ånginträngning i byggnader.

Vid en eventuell schakt av djupnivå 0-1 meter och 1-2 meter kan mängder och volymer av förorenad jord uppgå till omfattning enligt Tabell 28. Uppskattningen av mängden jord i föroreningsintervall utgår ifrån antaganden beskrivna i avsnitt 4.3.2. Kvoter samt mängder redovisas i Bilaga 3.

Tabell 28. Teoretisk fördelning av mängden jord för Karlsbodatorget som planeras för bostäder fördelat i olika föroreningsintervall för två olika jorddjup. Djupnivå redovisas i meter under markytan.

Djupnivå	<KM (ton)	KM-MKM (ton)	MKM-FA (ton)	>FA (ton)	Total mängd (ton)
0-1	1 500	800	300	100	2 700
1-2	1 800	500	300	100	2 700

6.8.4 Kostnadsuppskattning

Översiktlig kostnadsuppskattning för schaktsanering, borttransport samt mottagning av massor från Karlsbodatorget har tagits fram och redovisas i Tabell 29.

Tabell 29. Översiktlig kostnadsuppskattning för schaktsanering inom Karlsbodatorget

	Scenario <KM körs bort, Mkr	Scenario <KM körs inte bort, Mkr
Mottagnings- och transportkostnad	2	1
Schaktkostnad	0,3	0,1
Totalt:	2,3	1,1

6.9 Smältvägen

6.9.1 Områdesbeskrivning

Smältvägen utgör idag en väg och planeras fortsättningsvis användas som vägområde. Smältvägens yta är uppskattad till 7 000 m².

Föroreningar som har identifierats som kan innebära risk för människors hälsa inom Smältvägen är PAH-M och PAH-H i yttlig jord och PAH-M och bly i djup jord. I ytligt grundvatten i södra delen av Smältvägen finns PAH-M som kan innebära en risk för inandning av ångor.

I korsningen mellan Smältvägen och Gjuterivägen har förorening av klorerade alifater konstaterats i djupt grundvatten och i leran som underlagrar fyllnadsmassorna.

6.9.2 Åtgärdsbehov

Föroreningen som påvisats under Smältvägen innebär en risk vid exponering av förorening via inandning av ångor i intilliggande flerfamiljshus eller direktkontakt med jord. PAH-M och klorerade alifater kan potentiellt spridas horisontellt under hårdgjorda ytor till intilliggande byggnader och åtgärder behövs för att förhindra denna exponeringsväg.

Blyhalter i djupare jord innebär en risk för återkontaminering av ytligare jord via vertikal spridning från djup jord till ytligare jord.

Risk för direktkontakt med förorening bedöms dock som liten genom att vägen är en hårdgjord yta.

6.9.3 Möjliga åtgärdsmetoder

Möjliga åtgärder för att minska risk för direktkontakt med jord och ånginträngning är schaktsanering av förorenade jord alternativt att tekniska skyddsåtgärder vidtas som exempelvis förhindrar direktkontakt och ånginträngning i byggnader.

Anläggandet av vägen innebär en teknisk skyddsåtgärd i form av övertäckning och materialet som används i vägen kommer att fungera som det kapillärbrytande skikt som hindra vertikal förorenings-spridning från djupare till ytligare jordlager.

Vid åtgärd av klorerade alifater kan åtgärd utföras genom in situ-behandling av föroreningen i jord och grundvatten. Det finns planer på att jordförstärka Smältvägen, se Figur 8, för att kunna anlägga ledningar i vägen. En metod för detta är att installera KC-pelare. Installation av KC-pelare kan ses som en form av stabilisering av jorden (se Figur 14) och kan även kombineras med in situ-behandling av föroreningar genom exempelvis kemisk oxidation, se avsnitt 5.5.3.5.

Vid en eventuell schakt av djupnivå 0-1 meter och 1-2 meter kan mängder och volymer av förorenad jord uppgå till omfattning enligt Tabell 30. Uppskattningen av mängden jord i föroreningsintervall utgår ifrån antaganden beskrivna i avsnitt 4.3.2. Kvoter och mängder redovisas i Bilaga 3.

Tabell 30. Teoretisk fördelning av mängden jord för Smältvägen som planeras för bostäder fördelat i olika föroreningsintervall för två olika jorddjup. Djupnivå redovisas i meter under markytan.

Djupnivå	<KM (ton)	KM-MKM (ton)	MKM-FA (ton)	>FA (ton)	Total mängd (ton)
0-1	7 000	3 800	1 300	600	12 700
1-2	8 200	2 500	1 300	600	12 700

6.9.4 Kostnadsuppskattning

Översiktlig kostnadsuppskattning för schaktsanering, borttransport samt mottagning av massor från Smältvägen har tagits fram och redovisas i Tabell 31.

Någon uppskattning av kostnader för andra eventuellt tillkommande riskminskande åtgärder, som exempelvis in situ-behandling av klorerade alifater har inte utförts.

Tabell 31. Översiktlig kostnadsuppskattning för schaktsanering inom Smältvägen.

	Scenario <KM körs bort, Mkr	Scenario <KM körs inte bort, Mkr
Mottagnings- och transportkostnad	9,5	5
Schaktkostnad	1,1	0,4
Totalt:	10,6	5,4

6.10 Åtgärder till följd av kommande exploateringsarbeten

6.10.1 Områdesbeskrivning

Exploatering av planområdet kommer att medföra grundläggning av byggnader och ledningar. Grundläggningen kan komma att utföras med pålning. Inom stora delar av planområdet finns ett övre och ett under grundvattenmagasin. Båda magasinerna är påverkade av klorerade alifater. Ett mäktigt lerlager skiljer de två magasinerna åt. I det undre magasinet kan högre föroreningshalter tolereras i och med att leran och det övre grundvattenmagasinet utgör en skyddande barriär och människor därmed inte kan exponeras för föroreningen i samma utsträckning. Inom området planeras pålningsarbeten samt vissa djupare anläggningsarbeten, vilka skulle kunna komma att öppna upp spridningsvägar mellan det undre och övre grundvattenmagasinet.

Inom området finns befintliga pålar i marken. Byggnader, nyligen rivna byggnader och befintliga kulvertar har alla någon form av grundläggning eftersom marken inom planområdet är sättningsbenägen. Om exploateringen av området innebär att befintliga pålar behöver tas bort uppstår en kanal mellan övre och undre grundvattenmagasin som kan innebära en risk för spridning av förorening mellan magasinerna. Spontar som avetableras efter genomfört arbete kan också skapa spridningsvägar mellan övre och undre grundvattenmagasin.

Exploatering av detaljplaneområdet kommer utföras av olika aktörer i olika skeden under troligen 10-tals år framöver. Detta medför att åtgärder som

beskrivs i denna rapport kan pågå under flera år och att det finns risk för återkontaminering av fastigheter som sanerats i tidigt skede. Risk för återkontaminering finns även då förorenat grundvatten strömmar in till detaljplaneområdet från fastigheter som ligger uppströms

6.10.2 Åtgärdsbehov

Ledningsdragningar och andra anläggningsarbeten riskerar att skapa nya spridningsvägar för grundvatten och/eller ånga i ytliga jordlager/ytligt grundvattenmagasin. Behov av åtgärder för att inte skapa nya spridningsvägar gäller främst inom planområdets södra del där föroreningar av klorerade alifater (främst VC) samt alifater >C12-C16 och PAH-M förekommer i höga halter i grundvatten.

Djupa anläggningsarbeten riskerar även att öppna upp spridningsvägar mellan det övre och det undre grundvattenmagasinet. Allvarligast sett ur hälsorisksynpunkt är om grundvatten med höga föroreningshalter i det djupa grundvattenmagasinet sprids till det ytliga magasinet. Behov av åtgärder för att öppna upp spridningsvägar föreligger inom stora delar av planområdet, eftersom det förekommer halter av flyktiga föroreningar i det undre magasinet som skulle kunna medföra potentiella hälsorisker om föroreningarna transporteras upp till det övre magasinet.

6.10.3 Tekniska lösningar för att förhindra spridning

Företrädelsevis åtgärdas föroreningen i grundvatten genom att lokalisera och åtgärda källan till föroreningsplymen i grundvattnet. Genom att åtgärda källan till föroreningsplymen kommer föroreningshalterna i grundvattnet sjunka, men haltminskningen kan ta tid.

Om inte åtgärderna som genomförs inom respektive fastighet/delområde är tillräckliga för att det inte ska uppstå nya risker på grund av att det skapas nya spridningsvägar för grundvatten och ånga finns det tekniska skyddsåtgärder som kan vidtas.

En metodvalsstudie för grundläggning tas fram inom projekt Bällsta Hamn (ELU, 2025b). Studien belyser problematiken med att skapa nya spridningsvägar och hur grundläggningsarbeten kan genomföras utan att spridningsvägar skapas. Exempelvis kan användning av olika tättningsmedel bli aktuell. Eventuellt behov av tätning behöver beaktas vid planering av sponningsarbeten. Om befintliga pålar ska avlägsnas kan kanalen behöva tätas.

Ledningsgravar och andra anläggningsschakt anläggs ofta på ett sätt som utgör en spridningsväg för föroreningsångor och vattenburen förorening. Materialet i ledningsgraven är ofta dränerande och ledningar läggs ofta med självfall vilket gör att grundvatten kan transporteras i ledningens riktning. I områden där ytligt grundvatten är förorenat och där det finns risker med föroreningar i ångfas behöver ledningsförläggningen ske med strömningsavskiljande fyllning (se avsnitt 5.4.2, för att stoppa spridning av förorening till byggnader och till recipient.

Om utskiftning av yttlig förorenad jord sker i syfte att avhjälpa en förorening eller för att exempelvis anlägga växtbäddar är det viktigt att denna åtgärd beaktar risken med återkontaminering via vertikal spridning från djup jord. Risk med vertikal förorenings-spridning föreligger främst i finare jordarter. Ett

kapillärbrytande skikt på några decimeter kan sannolikt vara tillräckligt för att hindra vertikal föroreningsspridning från djupare till ytligare jordlager.

Byggnadstekniska skyddsåtgärder kan fungera som en kompletterande åtgärd efter att åtgärder utförts i mark och grundvatten om det finns delområden där åtgärden inte bedöms ge tillräckligt skydd mot ånginträngning eller där det finns risk för återkontaminering av grundvatten från föroreningar på angränsande fastigheter.

Inneslutning med skärmar och pumpning och behandling av grundvatten kan också fungera som ett komplement för att förhindra återkontaminering av grundvatten från föroreningar på angränsande fastigheter.

7 Utvärdering av åtgärderna

I detta avsnitt redogörs översiktligt för åtgärdernas:

- måluppfyllelse och riskreduktion,
- miljöpåverkan,
- kostnader,
- teknisk genomförbarhet och
- beständighet.

Eftersom åtgärdsmetoden som bedömts i denna rapport i huvudsak utgår från schaktsanering sker utvärderingen mestadels utifrån denna metod. För Strandparken är metoden som valts muddring och övertäckning varför just strandparken utvärderas separat. Inom de delar som möjligtvis kan bli aktuella för in-situ har detta utvärderats översiktligt.

7.1 Måluppfyllelse/riskreduktion

Syftet är att uppnå övergripande åtgärds mål och på grund av rapportens översiktliga upplägg utvärderas det inte närmare här. Metoden som valts för respektive delområde/fastighet bedöms alla kunna uppfylla de övergripande åtgärds målen. Efter genomförd åtgärd ska detaljplanen kunna genomföras, dvs markanvändningen är lämplig.

7.1.1 Risker för tillförsel av förorening från angränsande fastigheter

Det finns indikationer på att det sker en inströmning av klorerade alifater till planområdet från omgivande fastigheter. Det finns därmed en risk för att planområdet återkontamineras om inte omgivande källområden saneras.

Samordning med verksamhetsutövare / ansvarig part utanför planområdet kommer att bli nödvändig för att hantera potentiella föroreningskällor uppströms. Exempelvis kan reaktiva barriärer användas för att minska inströmningen av klorerade alifater, under förutsättning att flödet avgränsats i plan och djup. Reaktiv barriär har begränsad livslängd och sanering av källområden är viktigt för att åtgärda föroreningen på ett sätt som är beständigt över tid. Barriärens livslängd kan förlängas om behandlingsmedel fylls på.

Sammanfattningsvis är kunskapen om föroreningsproblematiken utanför planområdet begränsad, men indikationer finns att inströmning av förorening till planområdet sker. Frågan behöver utredas och hanteras vidare inom detaljplanarbetet.

Även inom planområdet är problematiken med spridning med grundvatten inte helt utredd. Det kan bli aktuellt att tillämpa byggnadstekniska skyddsåtgärder vid nybyggnation för att säkerställa människors hälsa under tiden som åtgärder pågår på angränsande fastigheter. Byggnadstekniska skyddsåtgärder kan också fungera som en kompletterande åtgärd efter att åtgärder utförts i mark och grundvatten.

7.1.2 Strandparken

Både alternativet muddring och alternativet övertäckning kommer uppfylla de övergripande åtgärdsmålen inom de ytor som behandlas. Vid muddring avlägsnas föroreningen från platsen vilket leder till en minskad föroreningsbelastning i Bällstaviken. Övertäckning innebär att föroreningen finns kvar på platsen men möjligheterna för spridning av förorening minskar kraftigt vilket också leder till minskad föroreningsbelastning.

Sediment som inte omfattas av exploateringen kommer inte muddras eller övertäckas. Där kommer kemisk och ekologisk status fortsatt vara som i nuläget. Sammanfattningsvis innebär både muddring och övertäckning en minskad föroreningsbelastning inom Bällstaviken och bidrar till att förbättra miljö kvalitetsstatus inom området.

7.2 Miljöpåverkan

Schaktsanering med transport av jord till deponi medför en miljöpåverkan i form av utsläpp av koldioxid, både från arbetsmaskiner och transporter.

Schaktsanering av 30 000 ton jordmassor genererar 1 000 lastbilstransporter till och från mottagaren, (1 bil+släp lastar ca 30 ton). Klimatpåverkans storlek beror på hur långt jordmassorna behöver transporteras. Mottagarens geografiska placering är i dagsläget inte känd. Miljöpåverkan från schaktsaneringen kan begränsas avsevärt genom att nyttja förnybara bränslen vid transporterna. Mängden schakt påverkar också klimatutsläppen, mindre schakt medför mindre utsläpp och lägre miljöpåverkan.

Under schaktsaneringens genomförande finns risk för spridning av förorening via damm och länsvatten. Rening av länsvatten och dammbekämpning kan bli aktuellt inom kommande entreprenader. Hantering av länsvatten kräver energi och naturresurser, eventuellt även kemikalier beroende på förorening som ska hanteras samt borttransport av slam och filtermaterial.

De massor som transporteras bort från området kommer att behandlas för att kunna återanvändas på annan plats eller behöva deponeras. Behandling av jord kostar energi och naturresurser medan deponi kräver deponiplats. Deponier fylls löpande upp och behöver utvidgas eller nya behöver etableras vilket leder till naturförstöring.

Schaktsanering kan ha miljöpåverkan genom att markens ekosystem försvinner från platsen. Befintlig jord byts ut, ofta mot krossmaterial, i vilket det inte finns förutsättningar för ett mark ekosystem att återetableras i.

7.2.1 Strandparken

Både övertäckning och muddring medför risk för grumling och spridning av förorenade sediment i Bällstaviken. Det kommer behövas skyddsåtgärder för att förhindra spridning av föroreningar under byggtiden.

Vid muddringsarbeten tas sediment upp på land och behöver hanteras innan slutlig deponering kan ske. Avvattnings och stabilisering kommer behövas. Vid avvattningen uppstår ett dräneringsvatten som kommer vara förorenat. Det avgående vattnet behöver först renas innan utsläpp till recipient. Hantering och omhändertagande av förorenade muddermassor beskrivs närmare i kap 6.6.1.

För att stabilisera muddermassorna kommer det behövas kemikalier, någon form av polymer. Kemikalieförbrukning har en miljöpåverkan, även om den inte kan kvantifieras inom ramen för den här åtgärdsutredningen.

Omhändertagande av muddermassor medför transport till deponi. Transporter orsakar klimatpåverkande utsläpp. Deponering bedöms främst vara ett problem ur resurssynpunkt, det finns begränsad kapacitet på de mottagningsanläggningar som kan tänkas vara aktuella.

Det finns inga uppgifter på hur föroreningssituationen ser ut i djupare sediment. Befintliga analyser anger uppmätta halter inom sedimentdjupet 0-0,5m. Det kan inte uteslutas att äldre sediment som ligger djupare har lika eller högre föroreningshalter än vad som nu uppmäts. Innan muddring genomförs bör kompletterande provtagning av sedimenten genomföras för att utreda föroreningsinnehåll i djupt liggande sediment. Annars finns en risk att muddring av sediment blottlägger potentiellt ännu mer förorenade sediment vilket kan förvärra föroreningssituationen inom Bällstaviken.

7.3 Kostnadsuppskattning

7.3.1 Schaktsanering

Tabell 32 innehåller en sammanställning av översiktlig kostnadsuppskattning för schaktsanering av yttlig jord (0-1 meter under markytan) och djup jord (1-2 meter under markytan) för de olika delområdena. Dessa kostnader inkluderar ej vattenrening eller återfyllnad med fyllnadsmassor utan endast schakt, transport och mottagningskostnad på deponi.

Kostnadsuppskattningen gäller schaktmassor, ej sediment. Se bilaga 4 för sammanställning av mottagningspriser och transportkostnader.

Tabell 32. Sammanställning av översiktlig kostnadsuppskattning för schaktsanering för de olika delområdena.

	Scenario <KM körs bort, Mkr	Scenario <KM körs inte bort, Mkr
Masugnen N	11	5,4
Masugnen S	13,2	6,5
Tackjärnet 1,3,4	8,9	4,4
Gjutmästaren 3	13,2	6,5
Gjutmästaren 4	12,6	6,5
Gjutmästaren 5	23,7	11,9
Valsverket 10 Förskola	16,5	8,1
Valsverket 7, 8 & 10 bostäder	16,5	8,1
Strandparken	8,9	4,4
Bällstahamnsplanen och Vattenparken	11,1	6,0
Karlsboda torget	2,3	1,1
Smältvägen	10,6	5,4
Summa:	150	75

7.3.2 Rening av länsvatten

Rening av länsvatten kommer bli aktuellt inom de flesta markarbeten inom planområdet. Kostnader för vattenrening kan variera kraftigt beroende på vilka reningssteg som behövs inom respektive schaktarbete.

Uppskattningsvis kostar en vattenrening med sedimentation och sandfilter ca 50 000 kr/månad. Behövs kemisk flockning/fällning och kolfilter uppskattas kostnaden stiga till ca 50 000 kr/vecka. Tekniska lösningar för hantering av länsvatten beskrivs närmare i kap 7.4.2.

Kostnaderna ovan avser kostnader för maskinhyra och drift av en mobil vattenreningsanläggning. En vattenreningsanläggning kommer behövas för respektive schaktarbete inom planområdet. Kostnaderna avser således inte täcka länsvattenrening för hela planområdets exploatering utan representerar kostnader för en reningsanläggning.

7.3.3 Saneringsåtgärder in situ

Det har inom riskbedömningen och åtgärdsutredningen framkommit att det kan finnas källområden av klorerade alifater inom planområdets södra delar. Vidare kan det även strömma in klorerade alifater från kontaminerade fastigheter uppströms planområdet. Frågorna är i dagsläget inte tillräckligt utredda för att bedöma hur omfattande saneringsåtgärder av klorerade alifater som behövs inom planområdet. Bedömningen är dock att även om det krävs omfattande saneringsåtgärder är det inte i sådan omfattning att de har en avgörande effekt på detaljplanens genomförande.

Kostnader för in situ-behandling kan variera väldigt mycket baserat på vilken metod som används, vilka behandlingsmedel som behövs samt vilken mängd förorening som ska behandlas. För att kunna ta fram en kostnadskalkyl på en in situ-behandling måste det finnas betydligt mer kunskap om förorenings

utbredning än vad som nu finns tillgängligt. Det bedöms ändå viktigt att i åtgärdsutredningen tydliggöra kostnadernas storleksordning och vad man kan förvänta sig att en in situ-behandling bör budgeteras till.

För att tydliggöra storleksordningen på saneringsåtgärder kopplade till in situ-behandling av klorerade alifater redovisas kostnader för liknande projekt, som här används som referensprojekt. Underlag för kostnadsuppskattningen i referensprojekten är hämtade från Åtgärdsportalen, vilken är en webbaserad samlingsplats för information om saneringsåtgärder för förorenad mark som Svenska Geotekniska Föreningen står bakom (Åtgärdsportalen, 2025).

En in situ-metod som kan bli aktuell för att åtgärda källområden inom planområdet är biologisk stimulering av nedbrytningsprocessen. Åtgärdsportalen har ett exempel från en liknande sanering som genomförts av SGU vid Zakrisdalsverken (Åtgärdsportalen, 2025). Entreprenadkostnaden för saneringsentreprenaden uppgick till 1,5 Mkr (exklusive konsultarvoden för kontrollprovtagning), varav schaktsanering av omättade zonen stod för 700 000 kr och in situ-behandlingen stod för 800 000 kr. Kostnadsuppskattning per kubikmeter behandlad jord uppgick till ca 300kr/m³.

För behandling av klorerade alifater kan metoden termisk behandling komma att bli aktuell. Det finns ett referensprojekt även för den behandlingsmetoden på Åtgärdsportalen, Kvarteret Färgaren 3 i Kristianstad. Inom projektet schaktsanerades området för ca 13 Mkr och sedan behandlades resterande förorenad jord med termisk in situ-behandling för kostnader motsvarande ca 30 Mkr. Termisk sanering är en dyr men effektiv in situ-metod. Kostnaden per kubikmeter behandlad jord uppgick till ca 2 500 kr/m³.

I åtgärdsutredningen för Färgaren i Jönköping har schablonkostnader för olika saneringsmetoder av klorerade alifater tagits fram med hjälp av förfrågningar till saneringsentreprenörer (Sweco, 2022a). Schablonkostnaderna sammanfattas i Tabell 33 nedan.

Tabell 33. Schablonkostnader för olika in situ-metoder för att behandla klorerade alifater.

Saneringsmetod	Kostnad kr/m ³
Termisk behandling	2 500
Biologisk stimulering	500
Kemisk reduktiv deklorering	700
Kemisk reduktiv deklorering med fastläggning	1 000

En in situ-metod som bedöms lämplig för att stoppa spridningsplymer mellan fastigheter eller in till planområdet är att installera en reaktiv barriär tvärs över inströmningsplymen. För uppskattning av storleksordningen för en reaktiv barriär finns inget lämpligt referensprojekt att tillgå. Kostnaderna för en reaktiv barriär bedöms till samma som för kemisk reduktiv deklorering med fastläggning, se Tabell 33.

7.3.4 Kostnader för muddring och omhändertagande av sediment

Det kommer bli aktuellt med muddringsarbeten inom planområdet. Muddringsarbeten och omhändertagande av förorenade sediment för Bällsta Hamn är svårt att kostnadsuppskatta. Inom föreliggande åtgärdsutredning görs uppskattningen med hjälp av referensprojekt från Åtgärdsportalen och sammanställs i Tabell 34 nedan. Projekten som anges i tabellen är omfattande projekt med stora volymer förorenade muddermassor som hanterats. Det bedöms troligt att kostanden för Bällsta Hamn hamnar i den övre kostandsspannet avseende kostnad per muddrad kubikmeter.

Tabell 34. Kostnader för muddring och omhändertagande av förorenade sediment från olika referensprojekt.

Projekt	Saneringsmetod	Kostnad kr/m ³
Muddring Valdemarsviken	Muddring	1 600
Muddring Svartsjöarna	Muddring, avvattning med geotuber, lokal deponi	495
Oskarshamns hamnbassäng	Muddring+övertäckning	1 600
Hästholmen	Muddring, avvattning i geotuber, extern deponering	2 370

Inhämtade uppgifter för mottagningskostnad för sediment är 1 000 kr/ton exklusive transportkostnader.

7.4 Teknisk genomförbarhet

Generellt bedöms schaktsanering vara en tekniskt genomförbar saneringsåtgärd som lämpar sig bra eftersom det kommer genomföras omfattande teknisk schakt inom ramen för exploateringen av planområdet. Även övertäckning är en lämplig metod inom vissa delområden där markytan ska höjas. Övertäckning tillämpas även där vägar anläggs. De tekniska schakter som krävs för exploateringen av planområdet kommer generera massor som kan vara lämpliga att använda för övertäckning.

Om det bli aktuellt med in situ-behandling inom delar av planområdet bör genomförbarheten för den åtgärden bedömas separat. Genomförbarheten påverkas av vilken jordart som behandlingen ska utföras i och om föroreningen finns i den omättade eller mättade zonen. En annan viktig aspekt vid val av in situ-metod är hur lång tid som behandlingen får ta. In situ-behandling av klorerade alifater används på både källområden (områden med mycket höga föroreningshalter) och för att behandla eller att stoppa en föroreningsplym. Det är vanligt att flera behandlingsmetoder kombineras för att avhjälpanget ska nå önskat åtgärds mål. Metoderna biologisk behandling, kemisk oxidation, kemisk reduktion och termisk behandling bedöms samtliga vara genomförbara.

7.4.1 Länsvattenhantering under byggtid

Exploateringen inom Bällsta Hamn kommer innebära schakt under grundvattenytan inom delar av området, vilket leder till att rening av länsvatten kommer bli aktuellt. Länshållning kan behövas vid schakt djupare än +1,5 RH2000 i vissa delområden.

Rening av länsvatten kan ske med mobila reningsanläggningar och reningsmetoderna kan anpassas efter den rådande föroreningssituationen inom området.

För samtliga föroreningar som finns i jord och grundvatten inom planområdet idag, finns det tillgängliga metoder för att rena länsvatten i tillräcklig omfattning. En reningsanläggning kan byggas upp av olika steg som var och ett behandlar olika typer av föroreningar. Reningsanläggningens utformning är byggbar och kan anpassas efter behov.

Rening av länsvatten under byggtid kan ses som en saneringsåtgärd av yttligt grundvatten. Rening med kolfilter innebär att även klorerade alifater och eventuella PFAS avlägsnas från grundvattnet och därmed minskar eventuella risker som orsakas av föroreningen.

En beskrivning av vilka ingående steg en reningsanläggning kan ha framgår av Tabell 35 nedan.

Tabell 35. Ingående steg i en reningsanläggning

Reningsmetod	Beskrivning	Effekt
Pumpbrunn	Pumpbrunn anläggs i schakt för en första sedimentavskiljning	Åtgärdar partikulärt bunden förorening
Sedimentering	Sedimentering i container eller lamellavskiljare	Åtgärdar partikulärt bunden förorening, ej lerpartiklar.
Sandfilter	Filter med sand för avskiljning av partiklar.	Sandfilter kan sättas in efter sedimentation. Kan ofta medföra att kemisk flockning/fällning inte behövs.
Kemisk flockning/fällning	Flockar mycket små partiklar så dessa kan avskiljas. Kan kombineras med pH-justering	Partikulärt bunden förorening
Kolfilter	Renar PFAS, klorerade alifater och petroleum	Löst förorening

7.4.2 Strandparken

Både muddringsarbeten och övertäckning bedöms vara tekniskt genomförbara. Det finns tekniker för muddring som kan minimera grumling under byggtid. Båda metoderna kommer kräva skyddsåtgärder för att förhindra spridning av sediment under genomförandet, exempelvis siltgardin och/eller bubbelridå.

En övertäckning inom utfyllnaden eller i farleden medför inget tekniskt hinder för framtida muddringssanering, även om det efter anläggandet inte kommer vara ekonomiskt rimligt att avlägsna fyllnadsmassorna igen för att muddra de underliggande sedimenten.

7.5 Beständighet

En schaktsanering innebär att förorenade jordmassor avlägsnas från platsen och ersätts med nya rena massor. Åtgärden kommer vara beständig över tid under förutsättning att ingen återkontaminering via förorenat grundvatten sker efter saneringens genomförande.

Även övertäckning bedöms ha god beständighet inom planområdet under tiden som planerad markanvändning består. Framtida förändring av markanvändning,

lägen för byggnader, vägar och så vidare kommer innebära förändrade förutsättningar, vilket medför att en förnyad riskbedömning behöver tas fram.

Om det bli aktuellt med in situ-behandling inom delar av planområdet bör beständigheten för den åtgärden bedömas separat. De flesta in situ-metoder för klorerade alifater bygger på att reducera föroreningen genom nedbrytning eller förångning och omhändertagande. Detta innebär att metoderna bedöms vara beständiga över tid. In situ-metoder som bygger på fastläggning i exempelvis en reaktiv barriär kan däremot vara mindre beständiga över tid och det reaktiva behandlingsmedlet kan behöva adderas på nytt.

7.5.1 Strandparken

Övertäckning av förorenade sediment inom utfyllnaden bedöms ha god beständighet. Fyllnadsmassornas mäktighet kommer vara stor och konstrueras på ett sätt som kommer vara beständigt över tid. Övertäckning inom farleden bedöms beständig under förutsättning att materialet som används till övertäckning inte eroderas bort till följd av båttrafiken, samt att övertäckningen har tillräcklig mäktighet.

En åtgärd som innebär muddring är beständig genom att föroreningen avlägsnas från platsen. Det är viktigt att muddringen sker till tillräckligt djup så att inte djupt liggande förorening blottläggs vid muddringsarbetet.

7.6 Cirkulär masshantering

Inom markprojekt bör man se schaktmassor som en resurs och sträva efter cirkulär masshantering så långt det är tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt. Cirkulär masshantering sparar klimat och kostnader. Det som krävs är tid, ytor för masshantering och samordning med övriga aktörer.

Inom samtliga fastigheter inom planområdet kommer förorenad jord schaktas bort och ersättas med rena massor. Det innebär att överskottsmassor kommer uppstå vid exploateringsprojekten. Överskottsmassorna är generellt sett förorenade, men genom behandling (exempelvis sortering) bedöms delar av överskottsmassorna kunna återanvändas till exempelvis i utfyllnadsområdet inom planområdet.

Inom stora delar av planområdet bedöms föroreningarna i jorden primärt vara partikelbundna. Det innebär att föroreningarna generellt sitter på den finaste fraktionen i jordmassan. Genom behandling av jorden kan de fina partiklarna sorteras ut och resterande massor bedöms delvis kunna återanvändas inom projektet. Exempel på behandling är sortering i sorteringsverk, där finfraktionen skiljs från grövre fraktioner. Den grova fraktionen bör efter sortering innehålla betydligt lägre halter av förorening och möjligen kunna återanvändas. Större sten och block bör krossas och kan med fördel återanvändas som fyllnadsmassor.

I bilaga 1 visas föroreningshalter i jord jämfört med Naturvårdsverkets generella riktvärden och bilaga 2 visar jordart i motsvarande provtagningspunkt. I bilagorna kan det utläsas att stora delar av området borde kunna generera överskottsmassor bestående av block, sten, grus och sand och vars föroreningshalter inte är kraftigt förhöjda och eventuellt kan återanvändas.

I och med att exploateringen av Bällsta Hamn kommer generera överskott på schaktmassor finns ett behov av att planera masshanteringen inom

planområdet. Överskottsmassorna kan det vara svåra att hitta en avsättning för i och med att de inte består av konstruktionsmaterial och dess tekniska egenskaper inte är utredda. Överskottsmassorna skulle däremot kunna lämpa sig väl som fyllnadsmassor i utfyllnadsområdet, eftersom området inte ska bebyggas utan endast utgöra parkområde. Det finns inte samma krav på massornas tekniska egenskaper inom utfyllnadsområdet som inom området som ska bebyggas med byggnader. Även betong från kajdelarna som ska rivas skulle möjligen kunna krossas och användas som fyllnadsmaterial.

En förutsättning för återanvändning av överskottsmassor till utfyllnaden är att massorna inte innehåller föroreningshalter i nivåer som kan medföra risker för människors hälsa eller miljö. För att säkerställa massornas miljömässiga lämplighet bör kontrollprovtagning av föroreningshalter genomföras innan återanvändande. Haltkriterier som inte innebär några oacceptabla risker för människors hälsa eller miljö kan tas fram och appliceras som jämförelser vid kontrollprovtagningarna.

Sortering av schaktmassor och krossning av sten är anmälningspliktig verksamhet. Sortering kräver att det finns ytor för masshantering inom planområdet under tiden som exploateringen genomförs. Lämpligen nyttjas ytor som Stockholms stad har rådighet över till masshantering, exempelvis parkytorna, som kan anläggas när utfyllnaden är genomförd. Exploatörerna inom Bällsta Hamn behöver leverera sina överskottsmassor till masshanteringsytan istället för att skicka dem till deponi. En omfattande samordning mellan Stockholms stad och planområdets byggaktörer kommer bli nödvändig för att en cirkulär masshantering ska kunna genomföras. En masshanteringsyta är också en anmälningspliktig verksamhet.

Det finns överskottsmassor som inte lämpar sig för behandling/sortering och återanvändning. Exempelvis massor som är förorenade med dioxin, petroleum, PFAS eller klorerade alifater. Leran bedöms inte heller finnas några möjligheter att återanvända som återfyllnad.

Lämpligen studeras masshanteringen närmare inom detaljplanearbetets systemhandling och sammanfattas i en masshanteringsplan för Bällsta Hamn.

8 Slutsats

Sweco har genomfört en riskbedömning av föroreningssituationen för att utreda om uppmätta halter i jord, sediment eller grundvatten utgör en risk för människors hälsa eller miljön. Sammantaget ger föroreningssituationen att marken i dagsläget inte är lämplig för framtida markanvändning utan området behöver först saneras. Det finns ett behov av att åtgärda föroreningarna i jorden och ytligt grundvatten för att minska hälsoriskerna för framtida boende inom området. Det finns också ett behov av att förhindra spridning av förorening från grundvattnet till recipienten.

För att detaljplanområdet ska uppfylla de övergripande åtgärds målen har förslag på saneringsåtgärder tagits fram. Rekommendationen är att den förorenade jorden mestadels åtgärdas genom schaktsanering, vilket innebär att den förorenade jorden schaktas ur och ersätts med rena massor. Den förorenade jorden transporteras till deponi för omhändertagande. Metoden är snabb, tekniskt genomförbar och ger en fullgod måluppfyllelse. Nackdelen är att deponiavgifter och transporter är kostnadsdrivande samt att transporter ger upphov till utsläpp av koldioxid samt upptar deponiutrymme.

Dataunderlaget som denna utredning bygger på är tillräckligt för att i detta skede möjliggöra en bedömning av den föreslagna planens lämplighet sett ur ett föroreningsperspektiv samt en utvärdering av möjliga åtgärdsmetoder som kan tillämpas för att säkerställa den samma. I det fortsatta arbetet kommer ytterligare undersökningar att krävas inom respektive fastighet/delområde för att tydliggöra behov och omfattning av riskreducerande åtgärder samt för att fastställa mätbara åtgärds mål. Vid framtagande av mätbara åtgärds mål ska, utöver miljö- och hälsoaspekter, även tekniska begränsningar, samhällsekonomiska och övergripande miljömässiga aspekter beaktas.

Swecos bedömning är att det inom Bällsta Hamn kommer finnas möjligheter till cirkulär masshantering. Schaktmassor från områden med mycket block och sten kan exempelvis sorteras och krossas för att sedan användas som fyllnadsmassor i det nya landområdet vid Strandparken. Cirkulär masshantering skulle kunna innebära stora kostnadsbesparingar vid exploateringen av området, minskad klimatpåverkan samt en mer effektiv resurshushållning av material och deponiutrymme.

Klorerade alifater finns i både djupt och ytligt grundvatten inom planområdet och det kan inte uteslutas att det föreligger en risk att föroreningarna påverkar människors hälsa. Frågan behöver utredas vidare inom respektive fastighet för att tydliggöra eventuell förekomst av förorening och risker kopplade till dessa. Skulle det framkomma mer information som pekar på att klorerade alifater i södra planområdet behöver åtgärdas finns behandlingstekniker för att åtgärda föroreningen på plats.

Vidare finns indikationer på att klorerade alifater från omgivningen strömmar med grundvattnet in till planområdet. Frågan är i dagsläget inte tillräckligt utredd. Skulle ett inflöde identifieras finns funktionella metoder för att stoppa spridningen, exempelvis reaktiva barriärer. Eventuell spridning in till planområdet utgör inget hinder för detaljplanens genomförande, förutsatt att de vid behov hanteras.

De anläggningsarbeten som kommer utföras, exempelvis ledningsdragning, pålning samt andra djupa anläggningsschakter, kan riskera att öka eller förändra spridningen av föroreningar. Tekniska skyddsåtgärder i form av vertikala tätande skärmar kan behöva anläggas i ledningsgravar för att förhindra spridning av föroreningar via porluft och grundvatten längs med ledningsgravar. Vid pålningsarbeten behöver pålningsmetod väljas som förhindrar spridning mellan undre och övre magasin till följd av att tätande lerskiktet genomskärs.

Sedimenten inom Bällsta Hamn är förorenade. Delar av de förorenade sedimenten kommer att bli åtgärdade med övertäckning i och med att utfyllnaden i Strandparken genomförs. Ska utfyllnaden grundläggas med KC-pelare innebär detta ytterligare en behandling, dvs sediment binds i KC-pelaren och kan inte längre spridas vidare. Vid kajen och i farleden kommer de förorenade sedimenten behöva muddras, alternativt täckas över med erosionsskyddande material. Det är mer kostnadseffektivt att täcka över förorenade sediment, men muddring kan behövas för att upprätthålla tillräckligt farledsdjup. Anläggningsarbeten i vattenområdet medför grumlig av de förorenade sedimenten. Det är av stor vikt att anläggningsarbetena utförs på ett geotekniskt stabilt sätt så att det inte orsakar, massundantängning, ras och skred av förorenade sediment samt att grumlingen minimeras och innehålls inom arbetsområdet.

9 Referenser

- Bergab. (2025). *PM Hydrogeologi*.
- ELU. (2025a). *PM Förutsättningar Pendelbåtsbrygga Bällsta Hamn*. Stockholm: Stockholm Stad.
- ELU. (2025b). *Metodvalsstudie grundläggning Bällsta Hamn*. Stockholm: Stockholms stad.
- ELU Konsult AB. (2025). *BH-G1-2A06-002-PM*. Stockholm.
- Länsstyrelserna. (2015). *Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå för ny bebyggelse vid Mälaren - med hänsyn till risken för översvämning*.
- MSB. (2012). *Konsekvenser av en översvämning i Mälaren. Redovisning av regeringsuppdrag. Fö2010/560/SSK*.
- Naturvårdsverket. (2007). *Klorerade lösningsmedel - Identifiering och val av efterbehandlingsmetod. RAPPORT 5663 • FEBRUARI 2007*.
- Naturvårdsverket. (2009). *Att välja efterbehandlingsåtgärd. En vägledning från övergripande till mätbara åtgärds mål*.
- Naturvårdsverket. (2023). *Avhjälpan av föroreningsskador. Kvalitetsmanual för användning och hantering av statlig finansiering till avhjälpan av föroreningsskador. Utgåva 16, mars 2023*.
- Norconsult. (2025). *BH-R2-2A06-001-Skyfallsutredning*.
- Nyréns arkitektkontor. (2025). *Pm Gestaltning almän platsmark Bällsta Hamn*. Stockholm: Stockholms stad.
- SMHI. (2011). *Projekt Slussen - Förslag till ny reglering av Mälaren. Rapport nr 2011-64*.
- Stockholms stad. (den 19 09 2024). Hämtat från Så mår Bällstaån: <https://miljobarometern.stockholm.se/vatten/vattendrag/ballstaan/sa-mar-ballstaan/>
- Svenska Geotekniska Föreningen. (2025). *Åtgärdsportalen*. Hämtat från <https://atgardsportalen.se/>
- Sweco. (2022). *PM Grundvattennivåmätning, våren 2022*.
- Sweco. (2022a). *Fördjupad åtgärdsutredning, Färgaren*. Uppsala: SGU (Sveriges geologiska undersökningar).
- Sweco. (2025). *Bällsta hamn. Föroreningar i mark och grundvatten – Riskbedömning, övergripande rapport*.
- Sweco. (2025a). *Bilaga A - Riskbedömning avseende spridning till ytvatten och sediment*.
- Sweco. (2025b). *Bilaga B - Bilaga B. Riskbedömning avseende människors hälsa och markmiljö*.
- Sweco. (2025c). *Bilaga C – Underlag för riskbedömning*.
- VISS. (2025). *Vatteninformationssystem Sverige*. Hämtat från Mälaren - Ulvsundasjön: <https://viss.lansstyrelsen.se/waters.aspx?waterMSCD=WA42470715>
- Åtgärdsportalen. (den 09 07 2025). *atgardsportalen.se*. Hämtat från <https://atgardsportalen.se/atgardsprojekt/zakrisdal/>
- Åtgärdsportalen. (den 09 07 2025). *atgardsportalen.se*. Hämtat från <https://atgardsportalen.se/>

Bilaga 1

Föroreningsgrader i jord,
Bällsta hamn

Analysresultat från
jordprov,
störd provtagning.

Teckenförklaring

Klassning

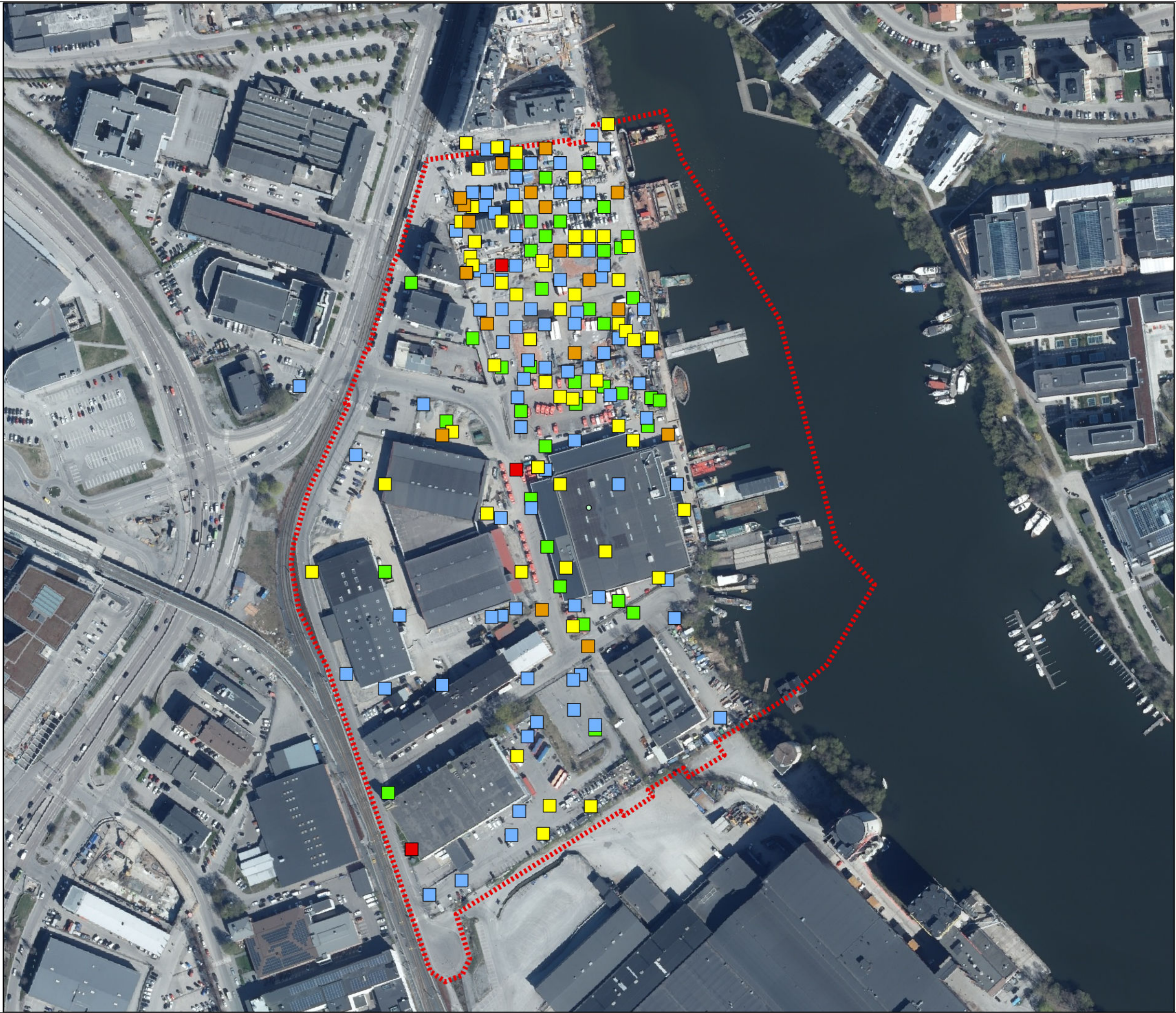
- <MRR
- MRR-KM
- KM-MKM
- MKM-FA
- >FA
- DP-gräns

Nivå 0-1 meter under markyta



Växel: 08-695 60 00 Fax: 08-695 60 10

UPPDRAGSANSVARIG Erika Geisler	KONSTR Alexander Öhberg	
ORT Västerås	DATUM 2025-09-11	
SKALA 1:2 500	FORMAT A3	REV



Bilaga 1

Föroreningsgrader i jord,
Bällsta hamn

Analysresultat från
jordprov,
störd provtagning.

Teckenförklaring

Klassning

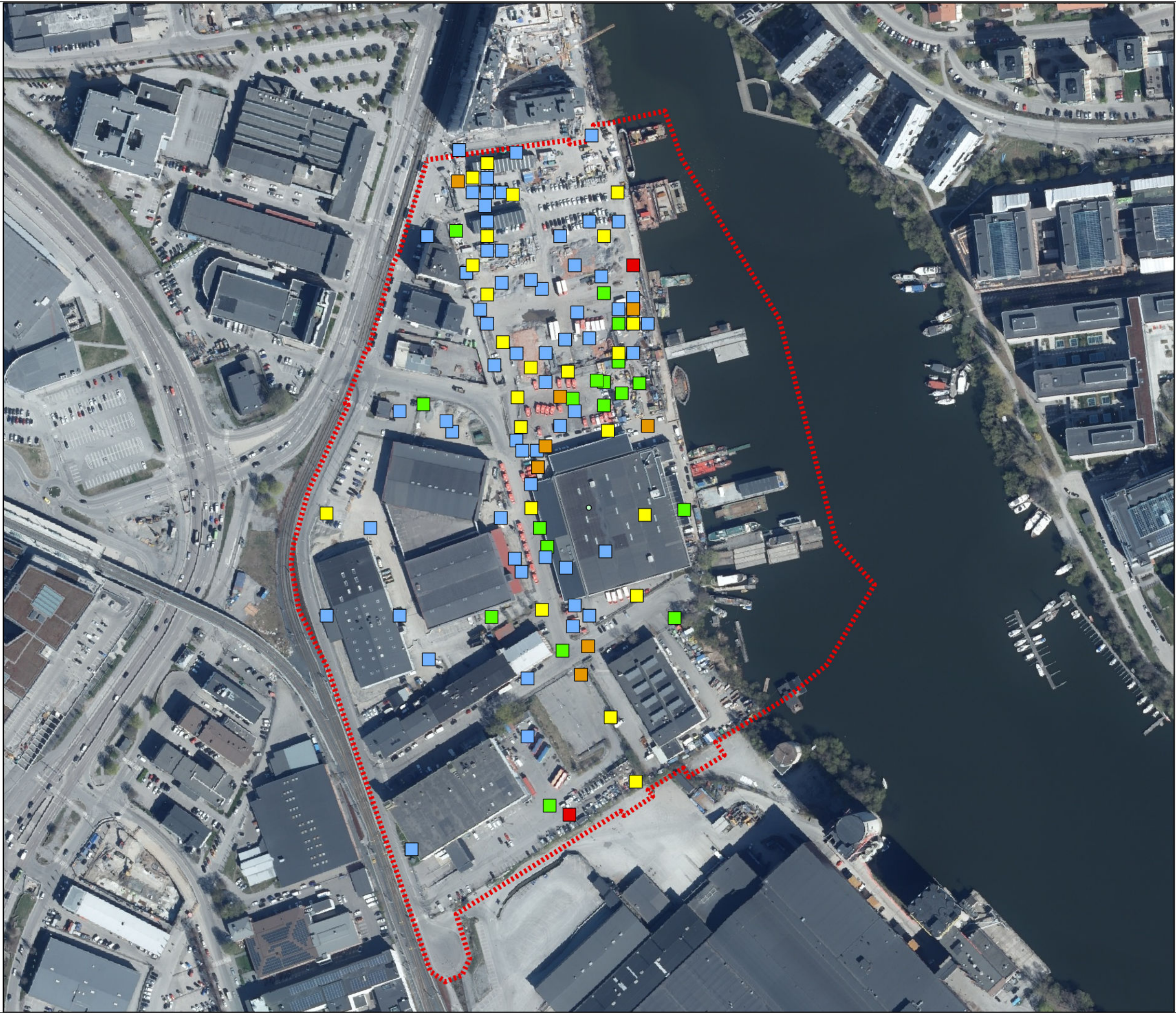
- <MRR
- MRR-KM
- KM-MKM
- MKM-FA
- >FA
- DP-gräns

Nivå 1-2 meter under markyta



Växel: 08-695 60 00 Fax: 08-695 60 10

UPPDRAKSANSVARIG Erika Geisler	KONSTR Alexander Öhberg	
ORT Västerås	DATUM 2025-09-11	
SKALA 1:2 500	FORMAT A3	REV



Bilaga 1

Föroreningsgrader i jord,
Bällsta hamn

Analysresultat från
jordprov,
störd provtagning.

Teckenförklaring

Klassning

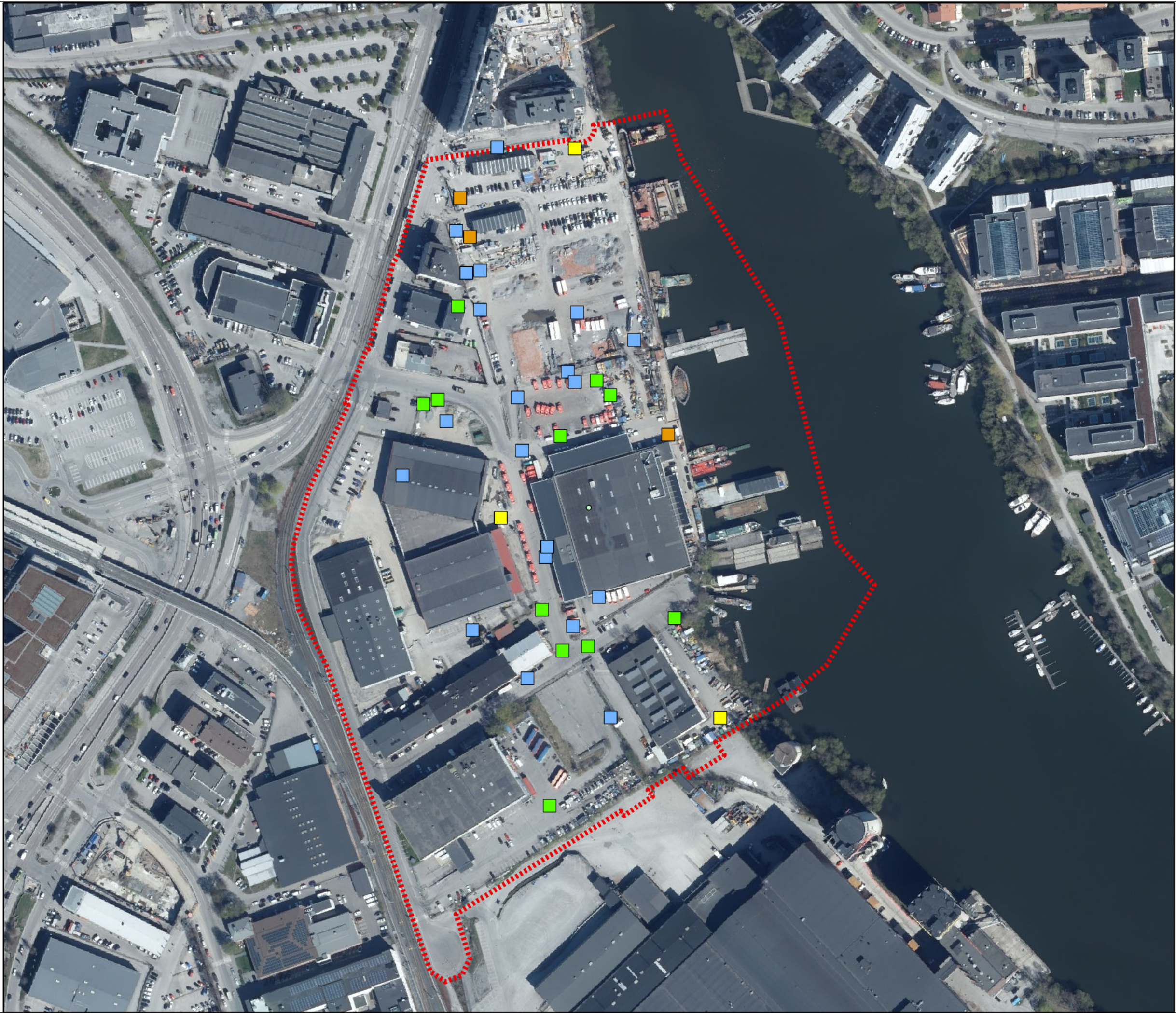
- <MRR
- MRR-KM
- KM-MKM
- MKM-FA
- >FA
- DP-gräns

Nivå 2-3 meter under markyta



Växel: 08-695 60 00 Fax: 08-695 60 10

UPPDRAGSANSVARIG Erika Geisler	KONSTR Alexander Öhberg	
ORT Västerås	DATUM 2025-09-11	
SKALA 1:2 500	FORMAT A3	REV



Bilaga 1

Föroreningsgrader i jord,
Bällsta hamn

Analysresultat från
jordprov,
störd provtagning.

Teckenförklaring

Klassning

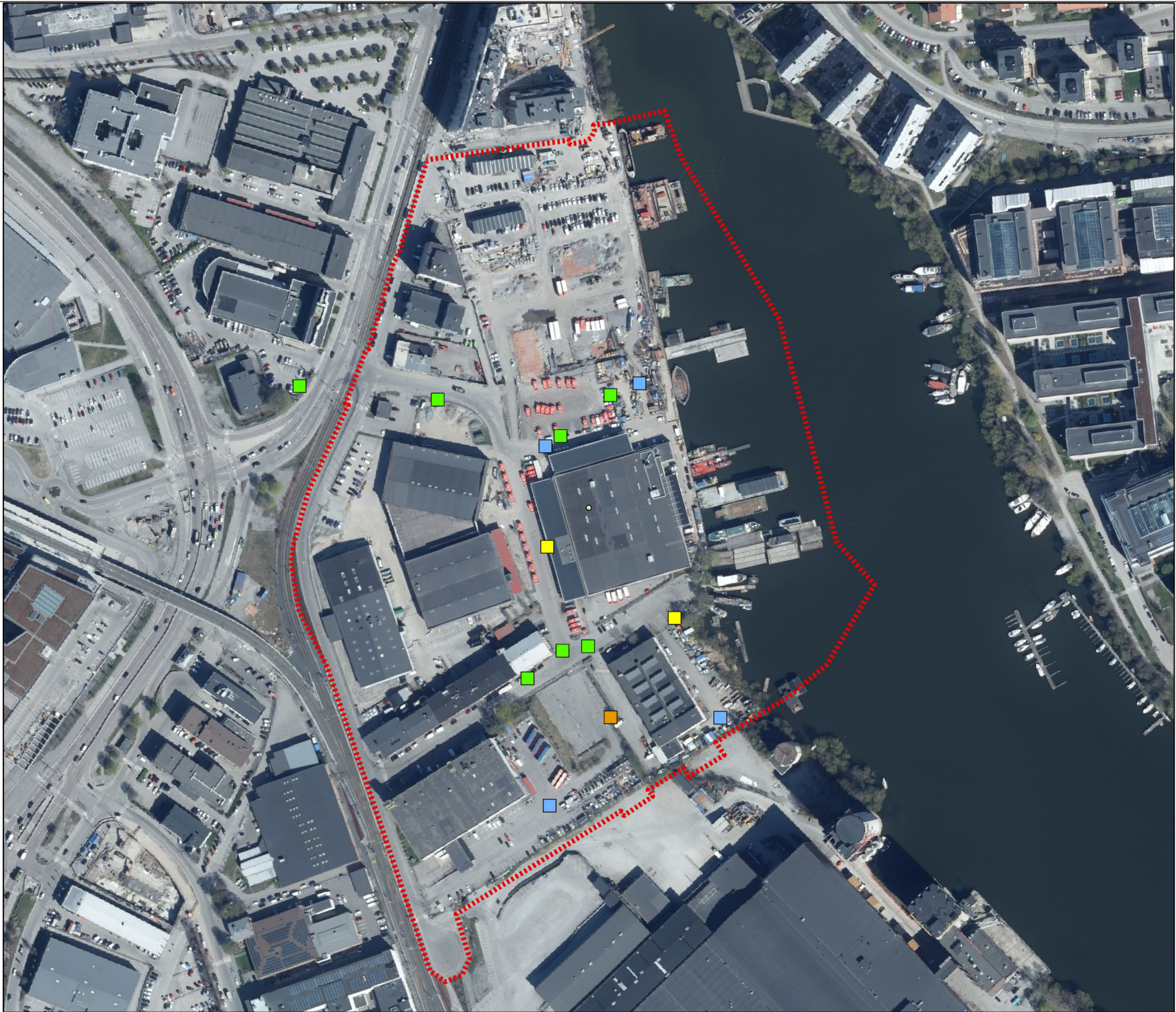
- <MRR
- MRR-KM
- KM-MKM
- MKM-FA
- >FA
- DP-gräns

Nivå >3 meter under markyta



Växel: 08-695 60 00 Fax: 08-695 60 10

UPPDRAKSANSVARIG Erika Geisler	KONSTR Alexander Öhberg	
ORT Västerås	DATUM 2025-09-11	
SKALA 1:2 500	FORMAT A3	REV



Bilaga 2

Jordartskarta Bällsta Hamn
Observerad dominerande jordart
vid störd provtagning

Jordart

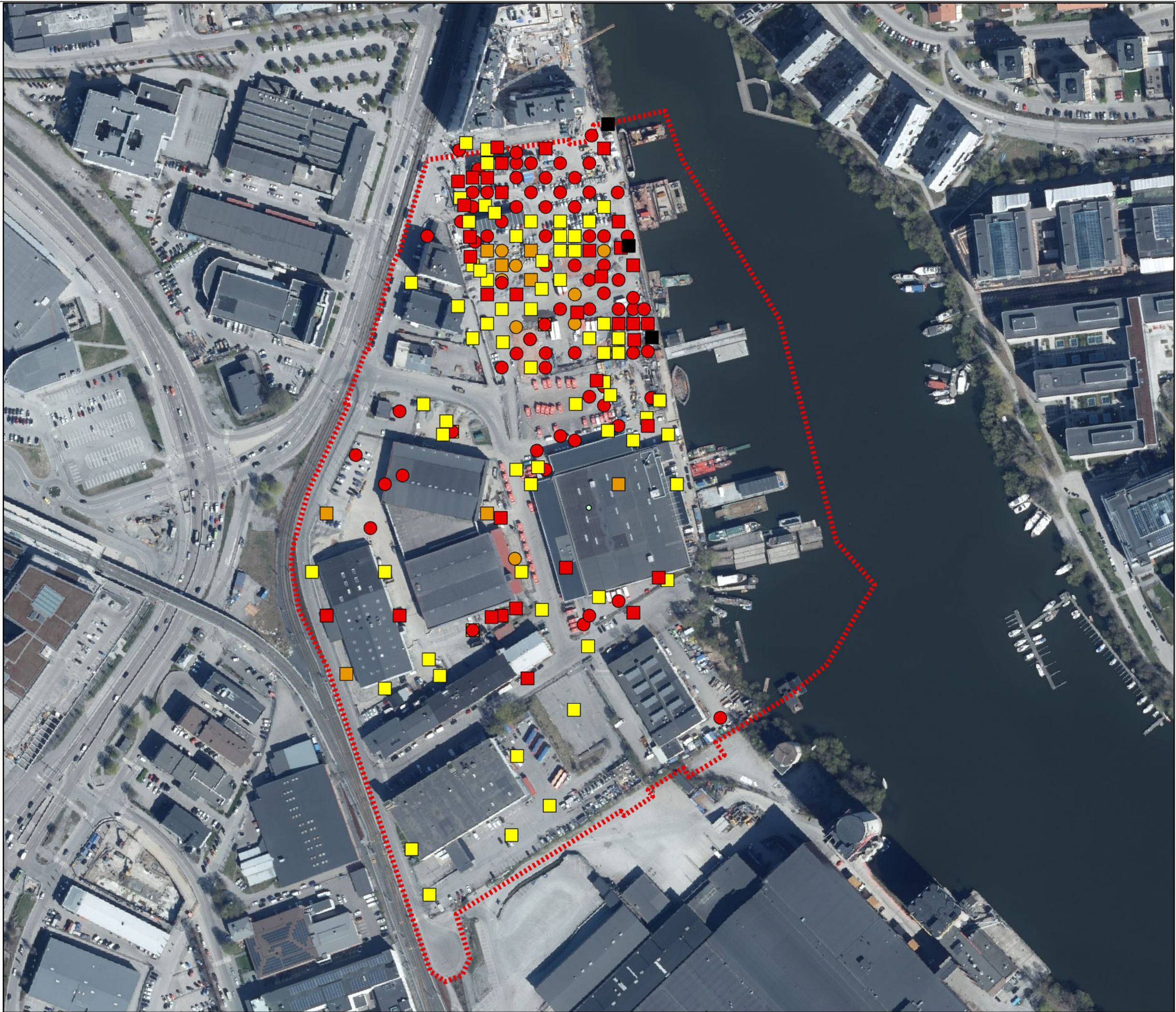
- Block
- Grus
- Le
- Sa
- Si
- St
- DP-gräns

Nivå 0-1 meter under markyta



Växel: 08-695 60 00 Fax: 08-695 60 10

UPPDRAGSANSVARIG Erika Geisler	KONSTR Alexander Öhberg	
ORT Västerås	DATUM 2025-09-11	
SKALA 1:2 500	FORMAT A3	REV



Bilaga 2

Jordartskarta Bällsta Hamn
Observerad dominerande jordart
vid störd provtagning

Jordart

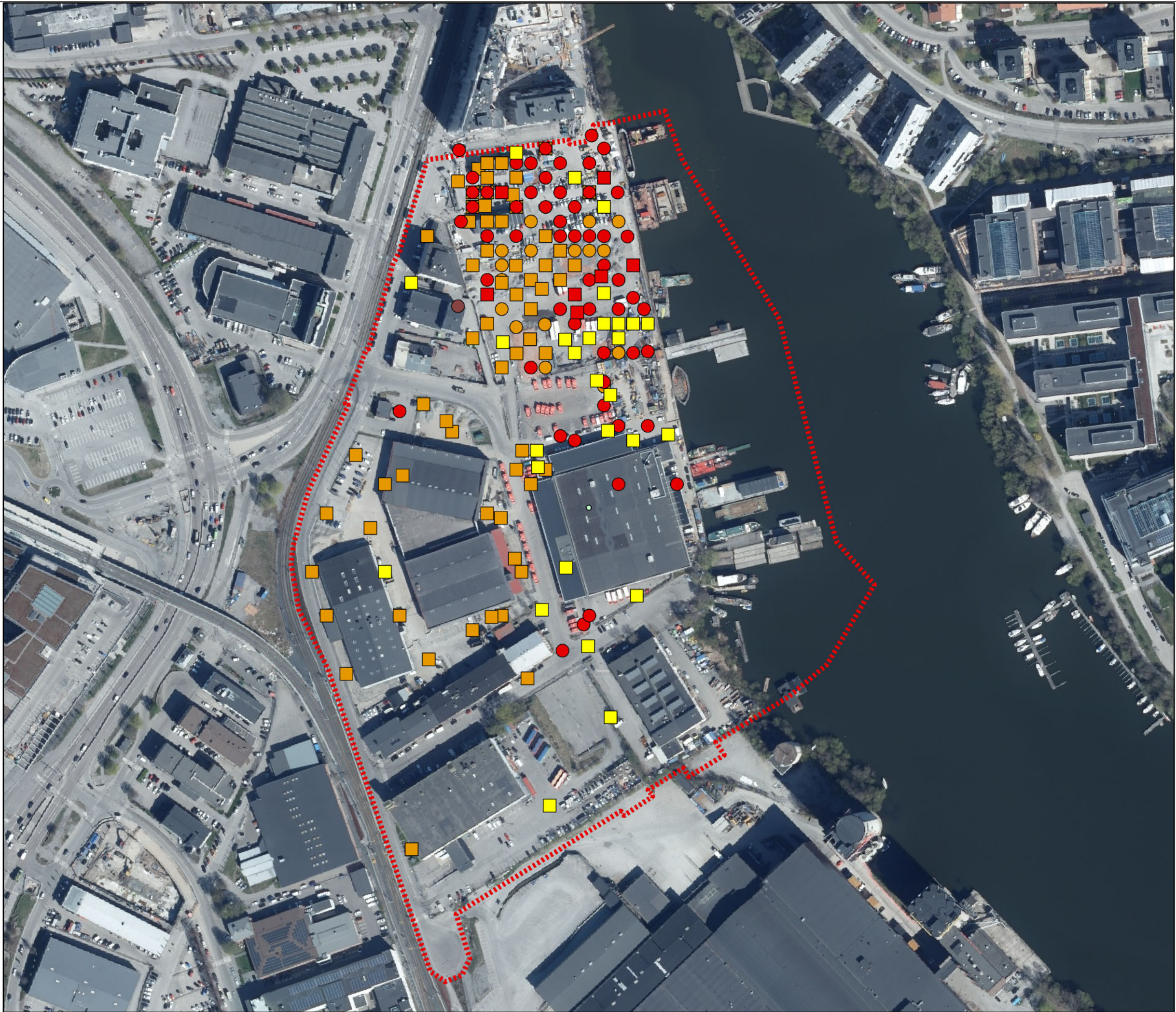
- Block
- Grus
- Le
- Sa
- Si
- St
- DP-gräns

Nivå 1-2 meter under markyta



Växel: 08-695 60 00 Fax: 08-695 60 10

UPPDRAGSANSVARIG Erika Geisler	KONSTR Alexander Öhberg	
ORT Västerås	DATUM 2025-09-11	
SKALA 1:2 500	FORMAT A3	REV



Bilaga 2

Jordartskarta Bällsta Hamn
Observerad dominerande jordart
vid störd provtagning

Jordart

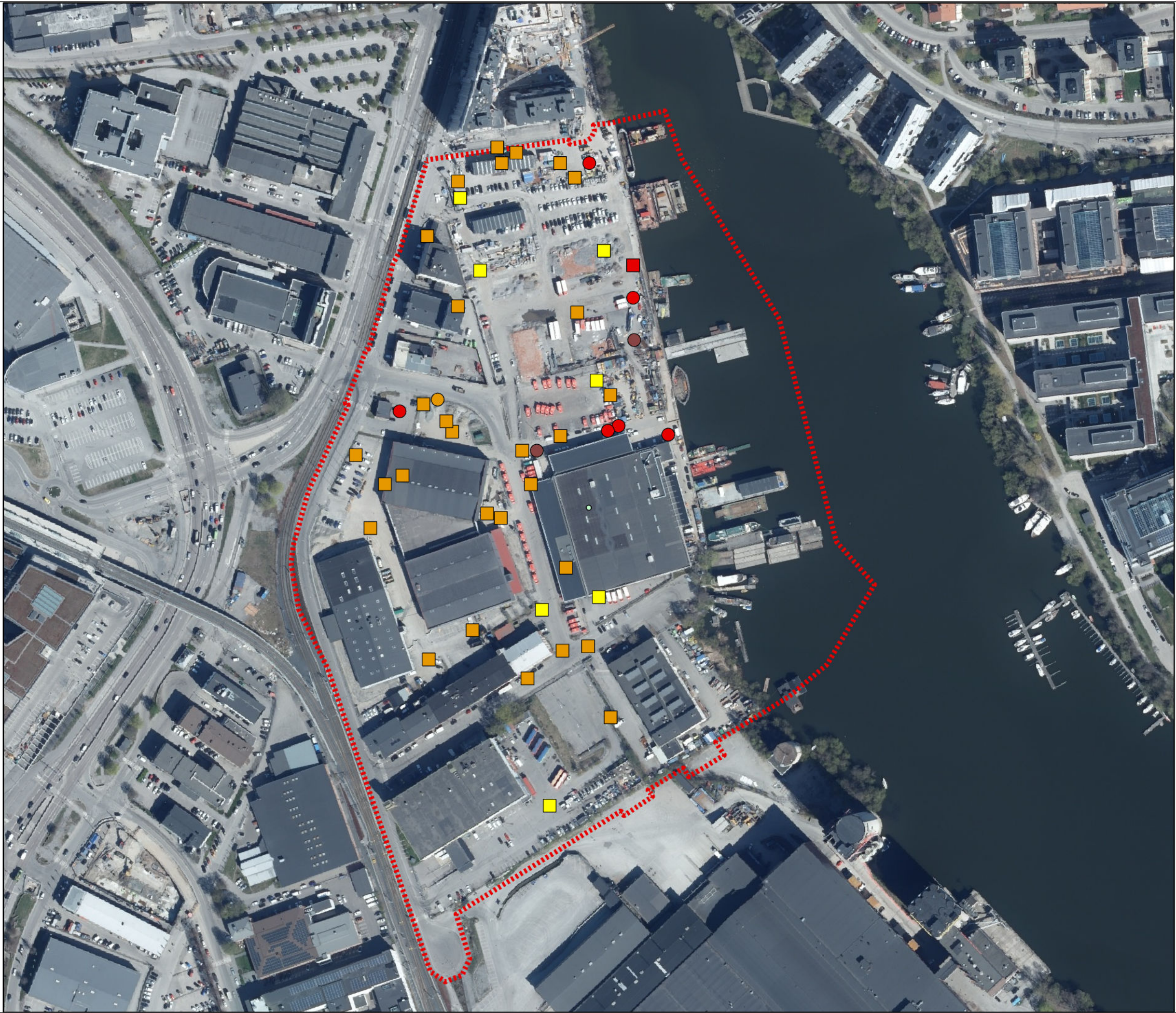
- Block
- Grus
- Le
- Sa
- Si
- St
- DP-gräns

Nivå 2-3 meter under markyta



Växel: 08-695 60 00 Fax: 08-695 60 10

UPPDRAGSANSVARIG Erika Geisler	KONSTR Alexander Öhberg		
ORT Västerås	DATUM 2025-09-11		
SKALA 1:2 500	FORMAT A3	REV	



Bilaga 2

Jordartskarta Bällsta Hamn
Observerad dominerande jordart
vid störd provtagning

Jordart

- Block
- Grus
- Le
- Sa
- Si
- St
- DP-gräns

Nivå >3 meter under markyta



Växel: 08-695 60 00 Fax: 08-695 60 10

UPPDRAGSANSVARIG Erika Geisler	KONSTR Alexander Öhberg	
ORT Västerås	DATUM 2025-09-11	
SKALA 1:2 500	FORMAT A3	REV



BILAGA 3. Föroreningskvoter i ytlig och djupare jord

Uppdrag	Uppdragsnummer	Kund	Uppdragsledare	Datum	Ver
Expl Bällstahamn riskbedömning och åtgärdsutredning	30001081-105	Stockholms kommun	Erika Geisler	2025-06-05	1

Sammanfattning av föroreningssituation i jord baserat på analysresultat från utförda jordprovtagningar inom planområdet. Analysresultat av störd provtagning har använts för att beräkna ungefärliga kvoter av föroreningshalter i djupnivåer. Generella djupnivåer (0-1, 1-2, 2-3 och >3 meter under markytan) har använts där jordprov tilldelats djupnivåer baserat på majoritetstillhörighet. Exempel har ett prov som uttagits i nivå 0,8-1,5 tilldelats djupnivå 1-2 meter.

Underlaget är baserat på:
 220 jordprov tilldelade nivå 0-1 meter under markytan
 120 jordprov tilldelade nivå 1-2 meter under markytan
 40 jordprov tilldelade 2-3 meter under markytan
 28 jordprov tilldelade >3 meter under markytan

Mängdberäkningar har utförts på nivåer 0-1 meter under markytan och 1-2 meter under markytan då ett betydande befintligt underlag finns. För jord djupare än 2 meter är underlaget för litet för att uttala sig om föroreningshalternas generella kvoter.

Antagen fördelning %						<MRR	MRR-KM	KM-MKM	MKM-FA	>FA
						20%	35%	30%	10%	5%
YTLIG JORD										
Område	Yta (m ²)	Mäktighet (m)	Volym (m ³)	Densitet (ton/m ³)	Mängd (ton)	Mängd <MRR (ton)	Mängd MRR-KM (ton)	Mängd KM-MKM (ton)	Mängd MKM-FA (ton)	Mängd >FA (ton)
Masugnen N	7 400	1	7 400	1,8	13 300	2 700	4 700	4 000	1 300	700
Masugnen S	8 800	1	8 800	1,8	15 800	3 200	5 500	4 800	1 600	800
Tackjärnet 1,3,4	6 100	1	6 100	1,8	11 000	2 200	3 800	3 300	1 100	500
Gjutmästaren 3	8 800	1	8 800	1,8	15 800	3 200	5 500	4 800	1 600	800
Gjutmästaren 4	8 400	1	8 400	1,8	15 100	3 000	5 300	4 500	1 500	800
Gjutmästaren 5	16 000	1	16 000	1,8	28 800	5 800	10 100	8 600	2 900	1 400
Valsverket 10 Förskola	11 000	1	11 000	1,8	19 800	4 000	6 900	5 900	2 000	1 000
Valsverket 10 garage	3 100	1	3 100	1,8	5 600	1 100	2 000	1 700	600	300
Valsverket 7, 8 & 10 bostäder	11 000	1	11 000	1,8	19 800	4 000	6 900	5 900	2 000	1 000
Valsverket 5 & 6	2 800	1	2 800	1,8	5 000	1 000	1 800	1 500	500	300
Strandparken Syd	2 700	1	2 700	1,8	4 900	1 000	1 700	1 500	500	200
Strandparken Norr	3 200	1	3 200	1,8	5 800	1 200	2 000	1 700	600	300
Bällstahamnsplanen	5 500	1	5 500	1,8	9 900	2 000	3 500	3 000	1 000	500
Karlsboda torget	1 500	1	1 500	1,8	2 700	500	900	800	300	100
Vattenparken	2 000	1	2 000	1,8	3 600	700	1 300	1 100	400	200
Smältvägen södra	3 300	1	3 300	1,8	5 900	1 200	2 100	1 800	600	300
Smältvägen Norra	3 700	1	3 700	1,8	6 700	1 300	2 300	2 000	700	300

BILAGA 3. Föroreningskvoter i ytlig och djupare jord

Uppdrag	Uppdragsnummer	Kund	Uppdragsledare	Datum	Ver
Expl Bällstahamn riskbedömning och åtgärdsutredning	30001081-105	Stockholms kommun	Erika Geisler	2025-06-05	1

Sammanfattning av föroreningssituation i jord baserat på analysresultat från utförda jordprovtagningar inom planområdet. Analysresultat av störd provtagning har använts för att beräkna ungefärliga kvoter av föroreningshalter i djupnivåer. Generella djupnivåer (0-1, 1-2, 2-3 och >3 meter under markytan) har använts där jordprov tilldelats djupnivåer baserat på majoritetstillhörighet. Exempel har ett prov som uttagits i nivå 0,8-1,5 tilldelats djupnivå 1-2 meter.

Underlaget är baserat på:

- 220 jordprov tilldelade nivå 0-1 meter under markytan
- 120 jordprov tilldelade nivå 1-2 meter under markytan
- 40 jordprov tilldelade 2-3 meter under markytan
- 28 jordprov tilldelade >3 meter under markytan

Mängdberäkningar har utförts på nivåer 0-1 meter under markytan och 1-2 meter under markytan då ett betydande befintligt underlag finns. För jord djupare än 2 meter är underlaget för litet för att uttala sig om föroreningshalternas generella kvoter.

Antagen fördelning %						<MRR	MRR-KM	KM-MKM	MKM-FA	>FA
						20%	35%	30%	10%	5%
DJUP JORD										
Område	Yta (m ²)	Mäktighet (m)	Volym (m ³)	Densitet (ton/m ³)	Mängd (ton)	Mängd <MRR (ton)	Mängd MRR-KM (ton)	Mängd KM-MKM (ton)	Mängd MKM-FA (ton)	Mängd >FA (ton)
Masugnen N	7 400	1	7 400	1,8	13 300	2 700	6 000	2 700	1 300	700
Masugnen S	8 800	1	8 800	1,8	15 800	3 200	7 100	3 200	1 600	800
Tackjärnet 1,3,4	6 100	1	6 100	1,8	11 000	2 200	4 900	2 200	1 100	500
Gjutmästaren 3	8 800	1	8 800	1,8	15 800	3 200	7 100	3 200	1 600	800
Gjutmästaren 4	8 400	1	8 400	1,8	15 100	3 000	6 800	3 000	1 500	800
Gjutmästaren 5	16 000	1	16 000	1,8	28 800	5 800	13 000	5 800	2 900	1 400
Valsverket 10 Förskola	11 000	1	11 000	1,8	19 800	4 000	8 900	4 000	2 000	1 000
Valsverket 10 garage	3 100	1	3 100	1,8	5 600	1 100	2 500	1 100	600	300
Valsverket 7, 8 & 10 bostäder	11 000	1	11 000	1,8	19 800	4 000	8 900	4 000	2 000	1 000
Valsverket 5 & 6	2 800	1	2 800	1,8	5 000	1 000	2 300	1 000	500	300
Strandparken Syd	2 700	1	2 700	1,8	4 900	1 000	2 200	1 000	500	200
Strandparken Norr	3 200	1	3 200	1,8	5 800	1 200	2 600	1 200	600	300
Bällstahamnsplanen	5 500	1	5 500	1,8	9 900	2 000	4 500	2 000	1 000	500
Karlsboda torget	1 500	1	1 500	1,8	2 700	500	1 200	500	300	100
Vattenparken	2 000	1	2 000	1,8	3 600	700	1 600	700	400	200
Smältvägen södra	3 300	1	3 300	1,8	5 900	1 200	2 700	1 200	600	300
Smältvägen Norra	3 700	1	3 700	1,8	6 700	1 300	3 000	1 300	700	300

2025-06-05

Ver: 0.9

Upprättad av: Hilde Vendt

Granskad av: Anna Paulsson

Godkänd av: Erika Geisler

BILAGA 4

Underlag till kostnadsuppskattning för Övergripande Åtgärdsutredning Bällsta Hamn.

Förutsättningar och avgränsningar

Beräkningarna är mycket översiktliga. Miljökontroll, vattenrening, fyllnadsmassor, teknisk schakt eller möjligheter med sortering ingår ej i beräkningarna. Inte heller kostnader för in situ-behandling eller andra metoder för att åtgärda klorerade alifater.

Planområdet ska exploateras och en stor del av kostnaderna för schakt kommer uppstå vid teknisk schakt som ska utföras av anläggningstekniska skäl. Dessa kostnader kan dras av kostnaden för åtgärder. Eftersom omfattningen av den teknisk schakten inte är känd för Sweco har detta inte bedömts, inte heller mängden återfyllnadsmassor som krävs. MRR-KM massor som inte schaktas i saneringssyfte kan behöva teknisk schakt och måste då hanteras som förorenade massor. Den översiktlig kostnadsuppskattningen summeras nedan per delområde, dels där samtliga massor är med i kostnadsuppskattningen (inkl <KM), dels där massor motsvarande <MRR och MRR-KM har exkluderats (exkl <KM).

Priserna utgår från år 2025 års prisbild.

Priset för farligt avfall gäller massor som högst lakar icke farligt. Det är det vanligaste scenariot, lakar det farligt avfall innebär det ett högre tonpris.

Laktest krävs på farligt avfall. Rekommenderas även för lägre halter då fler mottagningsanläggningar kan bli aktuella.

Underlag

Mängder (ton) per område

Mängden baseras på underlag i bilaga 3.

Område	Ytlig jord inkl <KM (ton)	Djup jord inkl <KM (ton)	Totalt inkl <KM (ton)	Ytlig jord exkl <KM (ton)	Djup jord exkl <KM (ton)	Totalt exkl <KM (ton)
Masugnen N	13 000	13 000	26 000	6 000	5 000	11 000
Masugnen S	16 000	16 000	32 000	7 000	6 000	13 000
Tackjärnet 1,3,4	11 000	11 000	22 000	5 000	4 000	9 000
Gjutmästaren 3	16 000	16 000	32 000	7 000	6 000	13 000
Gjutmästaren 4	15 000	15 000	30 000	7 000	5 000	12 000
Gjutmästaren 5	29 000	29 000	58 000	13 000	10 000	23 000
Valsverket 10 Förskola	20 000	20 000	40 000	9 000	7 000	16 000
Valsverket 10 garage	6 000	6 000	12 000	3 000	2 000	5 000
Valsverket 7, 8 & 10 bostäder	20 000	20 000	40 000	9 000	7 000	16 000
Valsverket 5 & 6	5 000	5 000	10 000	2 000	2 000	4 000
Strandparken Syd	5 000	5 000	10 000	2 000	2 000	4 000
Strandparken Norr	6 000	6 000	12 000	3 000	2 000	5 000
Bällstahamnsparken	10 000	10 000	20 000	4 000	3 000	7 000
Karlsboda torget	3 000	3 000	6 000	1 000	1 000	2 000
Vattenparken	4 000	4 000	8 000	2 000	1 000	3 000
Smältvägen södra	6 000	6 000	12 000	3 000	2 000	5 000
Smältvägen Norra	7 000	7 000	14 000	3 000	2 000	5 000

Mottagningskostnad per ton

Mottagningskostnaden är från 2025. FA priset gäller för farligt avfall massor som lakar icke farligt, vilket är det vanligaste scenariot.

Typ av massor	Mottagningskostnad kr/ton
<KM	230
KM-MKM	330
MKM-FA	430
FA	800
Sediment	1000

Transportkostnad per ton

Detta pris är beräknat på transportkostnad på 1300 kr/timme och med tomt återlass. Transportkostnaden är beräknad till anläggning som har möjlighet att ta emot dessa massor. Hänsyn till trafikläge, köer och liknande har inte tagits. 30 min lastning och lossningstid är medräknade.

Understigande KM	70 kr/ton
Överstigande KM	65 kr/ton

Schaktkostnader

2025-06-05

Dessa är uppskattade priser för grävmaskin och lastmaskin. Framdriftstiden är normal framdrift för marksaneringsprojekt vilket är lägre än för vanlig schakt. Platsledningskostnader är ofta ca 10% av projektet (exkl mottagningskostnader och transportkostnader).

Ver 0.9

Framdriftstid	60 ton/h
Grävmaskin	1300 kr/h
Lastmaskin	900 kr/h

Beräkning av timmar/område

Område	Ytlig jord inkl KM (ton)	Djup jord inkl KM (ton)	Totalt inkl KM (ton)	Ca antal h för grävmaskin respektive lastmaskin	Ytlig jord exkl KM (ton)	Djup jord exkl KM (ton)	Totalt exkl KM (ton)	Ca antal h för grävmaskin respektive lastmaskin
Masugnen N	13 000	13 000	26 000	430	6 000	5 000	11 000	180
Masugnen S	16 000	16 000	32 000	530	7 000	6 000	13 000	220
Tackjärnet 1,3,4	11 000	11 000	22 000	370	5 000	4 000	9 000	150
Gjutmästaren 3	16 000	16 000	32 000	530	7 000	6 000	13 000	220
Gjutmästaren 4	15 000	15 000	30 000	500	7 000	5 000	12 000	200
Gjutmästaren 5	29 000	29 000	58 000	970	13 000	10 000	23 000	380
Valsverket 10 Förskola	20 000	20 000	40 000	670	9 000	7 000	16 000	270
Valsverket 10 garage	6 000	6 000	12 000	200	3 000	2 000	5 000	80
Valsverket 7, 8 & 10 bostäder	20 000	20 000	40 000	670	9 000	7 000	16 000	270
Valsverket 5 & 6	5 000	5 000	10 000	170	2 000	2 000	4 000	70
Strandparken Syd	5 000	5 000	10 000	200	2 000	2 000	4 000	70
Strandparken Norr	6 000	6 000	12 000	170	3 000	2 000	5 000	80
Bällstahamnsplanen	10 000	10 000	20 000	330	4 000	3 000	7 000	120
Karlsboda torget	3 000	3 000	6 000	100	1 000	1 000	2 000	30
Vattenparken	4 000	4 000	8 000	130	2 000	1 000	3 000	50
Smältvägen södra	6 000	6 000	12 000	200	3 000	2 000	5 000	80
Smältvägen Norra	7 000	7 000	14 000	230	3 000	2 000	5 000	80

Uppskattat pris för resurser

Grävmaskin	1300 kr/h
Lastmaskin	900 kr/h
Platsledning	10%

Översiktlig kostnadsuppskattning

2025-06-05

Ver 0.9

Samtliga massor (Inkl. <KM)					
Område	Mängd (ton)	Mottagningskostnad samt transportkostnad (Mkr)	Schaktkostnad (Mkr)	Platsledning (ca 10 % av schaktkostnad) (Mkr)	Summa (Mkr)
Masugnen N	26 000	10,0	1,0	0,1	11,1
Masugnen S	32 000	12,0	1,2	0,2	13,4
Tackjärnet 1,3,4	22 000	8,0	0,9	0,1	9,0
Gjutmästaren 3	32 000	12,0	1,2	0,2	13,4
Gjutmästaren 4	30 000	11,5	1,1	0,2	12,8
Gjutmästaren 5	58 000	21,5	2,2	0,3	24,0
Valsverket 10 Förskola	40 000	15,0	1,5	0,2	16,7
Valsverket 10 garage	12 000	4,0	0,5	0,05	4,6
Valsverket 7, 8 & 10 bostäder	40 000	15,0	1,5	0,2	16,7
Valsverket 5 & 6	10 000	4,0	0,4	0,05	4,5
Strandparken Syd	10 000	3,5	0,4	0,05	4,0
Strandparken Norr	12 000	4,5	0,5	0,05	5,1
Bällstahamnsparken	20 000	7,5	0,8	0,1	8,4
Karlsboda torget	6 000	2,0	0,3	0,05	2,4
Vattenparken	8 000	2,5	0,3	0,05	2,9
Smältvägen södra	12 000	4,5	0,5	0,05	5,1
Smältvägen Norra	14 000	5,0	0,6	0,1	5,7
Totalt					159
Massor motsvarande <MRR och MRR-KM har exkluderats (Exkl. <KM)					
Område	Mängd (ton)	Mottagningskostnad samt transportkostnad (Mkr)	Schaktkostnad (Mkr)	Platsledning (ca 10 % av schaktkostnad) (Mkr)	Summa (Mkr)
Masugnen N	11 000	5,0	0,4	0,05	5,5
Masugnen S	13 000	6,0	0,5	0,05	6,6
Tackjärnet 1,3,4	9 000	4,0	0,4	0,05	4,5
Gjutmästaren 3	13 000	6,0	0,5	0,05	6,6
Gjutmästaren 4	12 000	6,0	0,5	0,05	6,6
Gjutmästaren 5	23 000	11,0	0,9	0,1	12,0
Valsverket 10 Förskola	16 000	7,5	0,6	0,1	8,2
Valsverket 10 garage	4 000	2,0	0,2	0,05	2,3
Valsverket 7, 8 & 10 bostäder	16 000	7,5	0,6	0,1	8,2
Valsverket 5 & 6	4 000	2,0	0,2	0,05	2,3
Strandparken Syd	4 000	2,0	0,2	0,05	2,3
Strandparken Norr	5 000	2,0	0,2	0,05	2,3
Bällstahamnsparken	8 000	4,0	0,3	0,05	4,4
Karlsboda torget	2 000	1,0	0,1	0,05	1,2
Vattenparken	3 000	1,5	0,2	0,05	1,8
Smältvägen södra	5 000	2,5	0,2	0,05	2,8
Smältvägen Norra	5 000	2,5	0,2	0,05	2,8
Totalt					80