




Miljöteknisk utredning - Hamnområdet, Enköpings kommun

R-infra 25215

Rejlers AB

2026-03-20

1

Uppdragsnummer 193216	R-infra 25215	Datum 2026-03-20	Antal sidor 30	Antal bilagor 5
Uppdragsledare Matilda Ullström		Beställares referens Melanie Cimerland		Beställares ref nr -
Beställare Enköpings kommun				
Rubrik Miljöteknisk utredning				
Underrubrik Hamnområdet, Enköpings kommun				
Författad av Malin Danielsson, Jonna Källås, Ellen Kvarnmyr				Datum 2025-12-10 2026-01-26 2026-03-20
Granskad av Jonas Olofsson, Matilda Ullström				Datum 2025-12-11 2026-01-26 2026-03-20

Sammanfattning

Rejlers Sverige AB har på uppdrag av Enköpings kommun genomfört en sammanfattande inventering och förorenings-sammanställning av Enköpings hamnområde som underlag inför den planerade omvandlingen från industriområde till bostadsområde. Utredningen omfattar både ett avgränsat projektområde samt ett större undersökningsområde i centrala Enköping och längs Enköpingsån. Arbetet baseras på befintligt underlagsmaterial från bland annat EBH-stödet, SGU, VISS och tillgänglig historisk dokumentation, kompletterat med uppgifter från kommunens miljöavdelning avseende fastigheter inom hamnområdet. Underlaget har därefter bearbetats och visualiserats i QGIS, där projektområdet har delats in i egenskapsområden baserat på förorenings-situationen kopplad till tidigare markanvändning och genomförda provtagningar, inför förändrad markanvändning.

Inom det område som planeras för bebyggelse förekommer en lång historik av tidigare verksamheter av olika slag. Dessa historiska industri- och hamnverksamheter har gett upphov till både konstaterade och potentiella föroreningar, framför allt inom fastigheterna med traktnamn "Kryddgården" och i centrala delar av hamnen, där bland annat petroleumkolväten, metaller, PAH och klorerade lösningsmedel har påvisats. Fastigheterna inom projektområdet har därför prioriterats utifrån risk baserat på tillgängliga data, som underlag för fortsatt arbete med exploatering av fastigheterna inom projektet.

Innehåll

Sammanfattning	3
1 Inledning och syfte	5
2 Metod och genomförande	5
3 Områdesbeskrivning	6
3.1 Avgränsning och geografisk beskrivning	6
3.2 Historisk och nuvarande markanvändning	7
3.3 Geologi och jordarter	9
3.3.1 Sulfid- och sulfatjord	12
3.3.2 Sulfidberg	12
3.4 Hydrologi och hydrogeologi	13
4 Föroreningssituation	17
4.1 Sammanställning av potentiellt förorenade fastigheter	17
4.2 Kunskapsluckor	21
4.3 Egenskapsområden	21
4.4 Sammanvägd prioritering inför fortsatt arbete	26
5 Efterbehandlingsåtgärder och tidsplan för åtgärd	27
5.1 Saneringsmetoder och deras påverkan	27
5.2 Övergripande tidsplan för efterbehandlingsåtgärder	28
6 Referenser	30

Bilaga 1 – Potentiellt förorenade område

Bilaga 2 – Primära föroreningar

Bilaga 3 - Prioriteringsunderlag

Bilaga 4 - Föroreningskarta

Bilaga 5 – Översiktlig kostnadsuppskattning av efterbehandlingsåtgärder vid Hamnen

1 Inledning och syfte

Enköpings kommun utreder förutsättningarna att omvandla det centralt belägna hamnområdet till en ny stadsdel. Målsättningen är att skapa en sammanhållen, hållbar och attraktiv miljö som knyter samman stadskärnan med hamnen. Kommunstyrelsen har därför gett i uppdrag att under 2025 ta fram en målbild för området Centrum/Hamnen samt påbörja vidare undersökningar av området. Arbetet genomförs i dialog med invånare, fastighetsägare och andra berörda aktörer och ska fungera som underlag för den fortsatta planeringen.

Som en del av detta uppdrag har Rejlers fått ansvar för att utföra en övergripande MIFO-utredning inom undersökningsområdet Hamnen. Arbetet omfattar en genomgång av befintligt material, kompletterande platsbesök samt framtagning av en sammanfattande rapport gällande områdets miljöförutsättningar.

Syftet med undersökningen är att:

- identifiera fastigheter där föroreningar kan förekomma eller där kunskapsläget är otillräckligt
- genomföra en översiktlig riskbedömning baserat på befintliga data
- sammanställa tillgänglig information om den aktuella föroreningssituationen
- föreslå inriktning och prioriteringar för fortsatt arbete inom området

Arbetet samordnas med pågående utredningar inom översvämningsproblematik, invallning, skyfall, geoteknik och riskanalys dricksvatten för att tillvarata möjliga synergieffekter. Resultatet utgör planeringsunderlag för kommande miljötekniska undersökningar och för prioritering av fortsatta insatser i utvecklingen av hamnområdet.

2 Metod och genomförande

Inventeringen har omfattat följande moment:

- Genomgång av underlagsmaterial såsom potentiellt förorenade områden, jordartskartor och vattenförekomster. Detta har gjorts via SGU (Sveriges geologiska undersökning), Naturvårdsverket, Länsstyrelserna samt Lantmäteriets topografiska kartor.
- Inventering av Länsstyrelsernas nationella databas över potentiellt förorenade områden (EBH-stödet). MIFO-metodiken (Metodik för Inventering av Förorenade Områden) har använts för att identifiera och klassificera objekten. Ytterligare objekt med tidigare markundersökningar har även hämtats från Castor (miljöavdelningens ärendesystem).
- Genomgång av kommunalt kartunderlag avseende PFAS-relaterade riskkällor, såsom registrerade brandsläckningsinsatser där släckskum kan ha använts. Uppgifterna redovisas på fastighetsnivå.

Baserat på det insamlade materialet har kartbilder tagits fram för att illustrera den samlade föroreningsituationen i hamnområdet och det utvidgade undersökningsområdet. Kartmaterialet och de sammanfattande tabellerna visar även objekt och delområden med högre prioritet för fortsatt utredning. Som åtgärds mål har, enligt försiktighetsprincipen, KM (känslig markanvändning) tillämpats för att möjliggöra eventuellt bostadsbyggande.

3 Områdesbeskrivning

Projektområdet utgör den del av hamnen i centrala Enköping där framtida stadsdelsutveckling utreds. Området omfattar cirka 50 hektar och består huvudsakligen av hamn- och industriverksamhet, med inslag av äldre byggnader, hårdgjorda ytor och upplagsmark. För att skapa en mer heltäckande bild av de miljötekniska förutsättningarna har området utvidgats till ett större undersökningsområde.

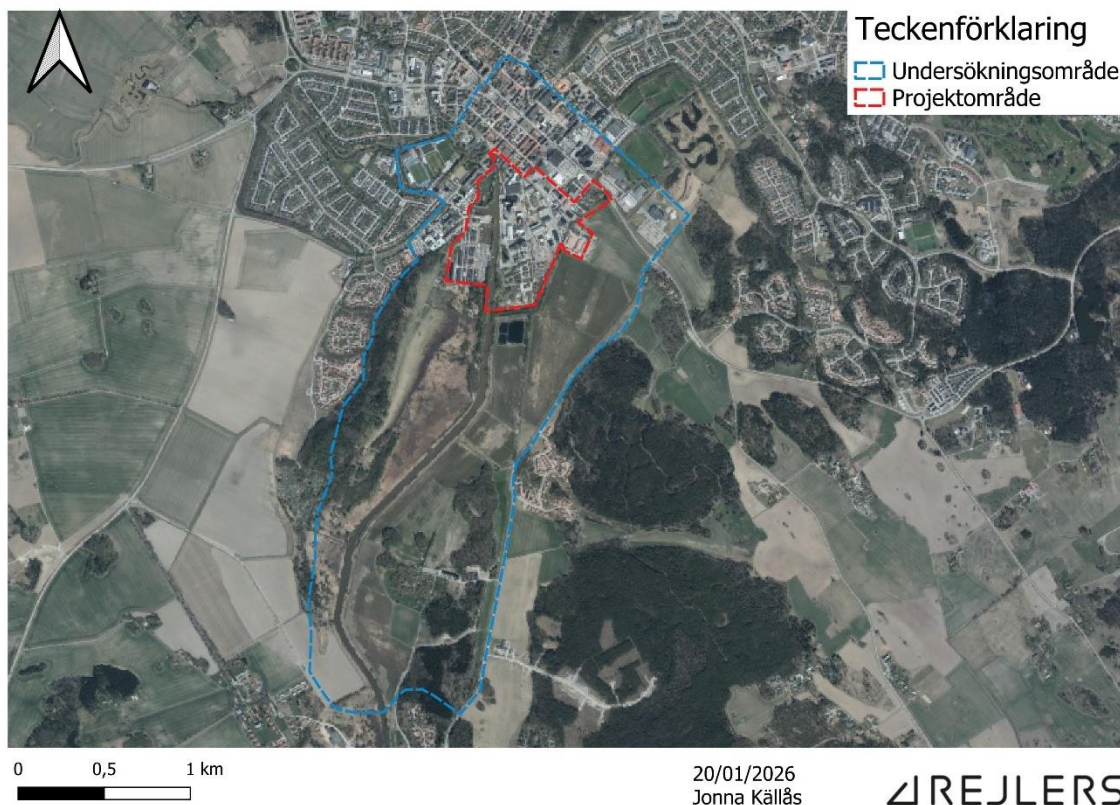
Det utvidgade undersökningsområdet omfattar cirka 420 hektar och sträcker sig från Enköpings centrum och hamnen i norr till Nynäs i söder längs Enköpingsån. Avgränsningen syftar till att omfatta områden som kan ha påverkat, eller påverkas av, föroreningsituationen samt att ge en bredare förståelse för sambanden mellan mark, grundvatten och möjliga spridningsvägar inför framtida exploatering.

Det större undersökningsområdet utgör en varierad miljö med stadsbebyggelse, verksamhetsområden, grönstråk och vattenmiljöer. I norr ingår delar av centrala Enköping och lasarettområdet, medan Gröngarnsåsen och våtmarksområdet Dyarna utgör viktiga landskapselement i väster. Längs Enköpingsån förekommer skogs- och jordbruksmark, och längre söderut övergår terrängen till ett mer öppet landskap kring Enköpingsåsen. Sammantaget är området av stor betydelse för kommunens framtida stadsutveckling.

3.1 Avgränsning och geografisk beskrivning

Undersökningsområdet delas in i två delar: ett övergripande undersökningsområde och ett avgränsat projektområde, vilket redovisas i Figur 3-1. Enköpingsån löper genom området och utgör en naturlig rumslig uppdelning. Den norra delen av undersökningsområdet domineras av centrala Enköping med bostäder, verksamheter och industrimark, medan de södra delarna huvudsakligen består av våtmarken Dyarna och åkermark som till större delen brukats som energiskogsodling. Här finns enstaka bostäder och ett gårdscentrum. I södra delen av våtmarken Dyarna ligger en äldre deponi.

Projektområdet utgörs i dag främst av industrimark, men omfattar även ett fåtal bostadsfastigheter samt vissa mindre grönytor.

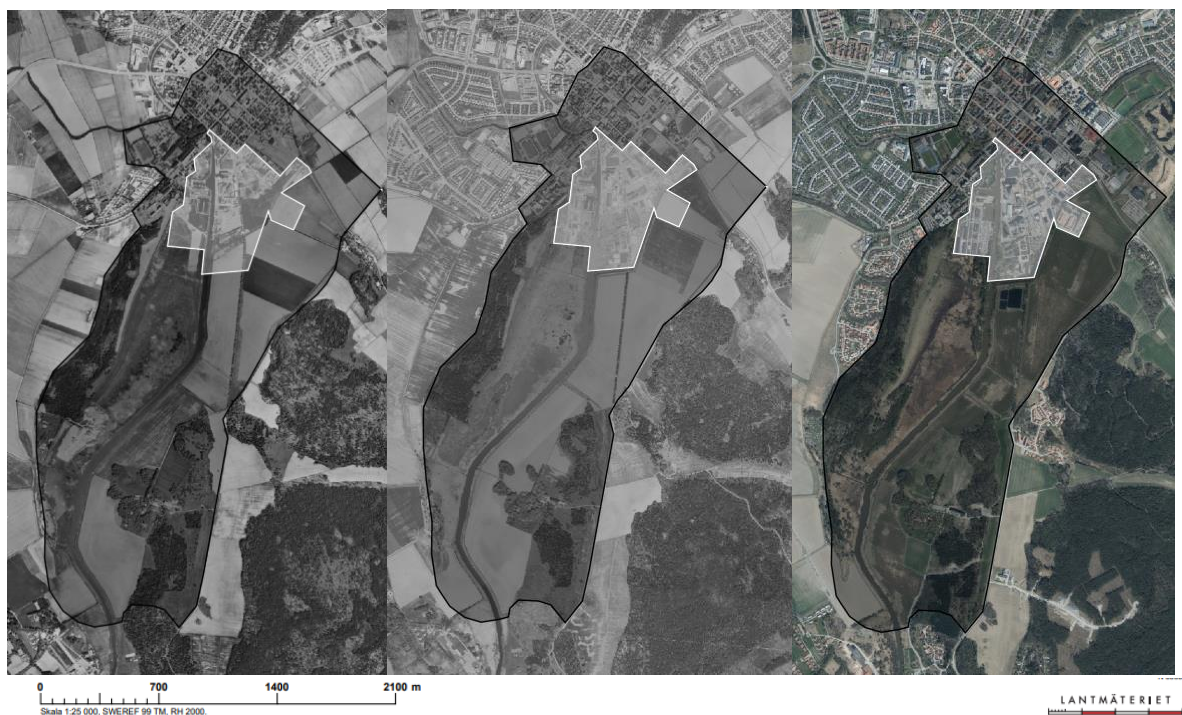


Figur 3-1: Enköpings hamns undersöknings- och projektområde. Kartunderlag: Lantmäteriet

3.2 Historisk och nuvarande markanvändning

Historiska flygbilder från 1960 och 1975 (Figur 3-2) visar att undersökningsområdet till stor del utgjordes av jordbruksmark och öppna landskap, särskilt i de södra delarna längs Enköpingsån. Den bebyggda strukturen var huvudsakligen koncentrerad till områdets norra delar, i anslutning till stadskärnan och hamnen, där verksamheter redan fanns etablerade.

Figur 3-3 visar en närmare visualisering av projektområdet. Av jämförelsebilderna framgår att hamnområdet redan på 1960-talet nyttjades för industrirelaterade ändamål. Under 1970-talet tillkom fler byggnader och hårdgjorda ytor, vilket tyder på en successiv expansion av befintliga verksamheter eller etablering av nya. En bilskrot i projektområdets sydöstra del kan urskiljas både i 1975 års och i nutida flygbilder, vilket visar på långvarig verksamhet på platsen.

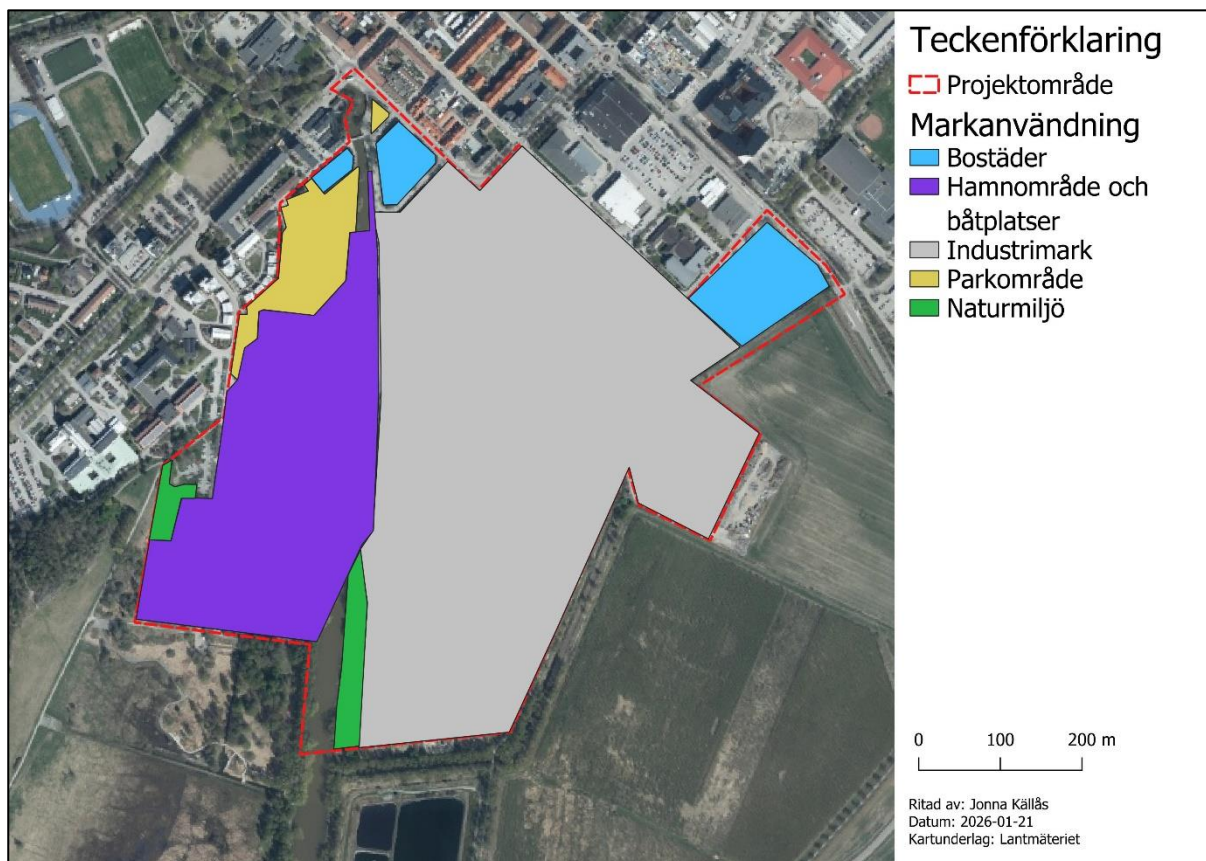


Figur 3-2: Historiska och nutida flygbilder över undersökningsområdet och projektområdet, från vänster 1960, 1975 och 2020-tal. Kartunderlag: Lantmäteriet.



Figur 3-3: Historiska och nutida flygbilder över projektområdet, från vänster 1960, 1975 och 2020-tal. Kartunderlag: Lantmäteriet.

Projektområdet präglas fortfarande av verksamhetsinriktat markutnyttjande. Större delen av ytan är hårdgjord och används för industri- och driftverksamhet. Längs Enköpingsåns västra sida dominerar hamnverksamhet med bryggor, vinteruppställningsplats för småbåtar, även kallat varv eller varvsområde. Inom projektområdet finns endast ett fåtal bostadshus, belägna i norra delen mot centrum. I Figur 3-4 visas en egenskapsindelning efter nuvarande markanvändning.



Figur 3-4: Nuvarande markanvändning inom projektområdet.

Inom det bredare undersökningsområdet förekommer däremot fler bostadsområden, särskilt i de norra och västra delarna. I öster och söder dominerar fortsatt jordbruksmark, öppna ytor och grönstråk längs ån.

Sammanfattningsvis visar utvecklingen att markanvändningen inom området haft en relativt stabil karaktär sedan 1960-talet:

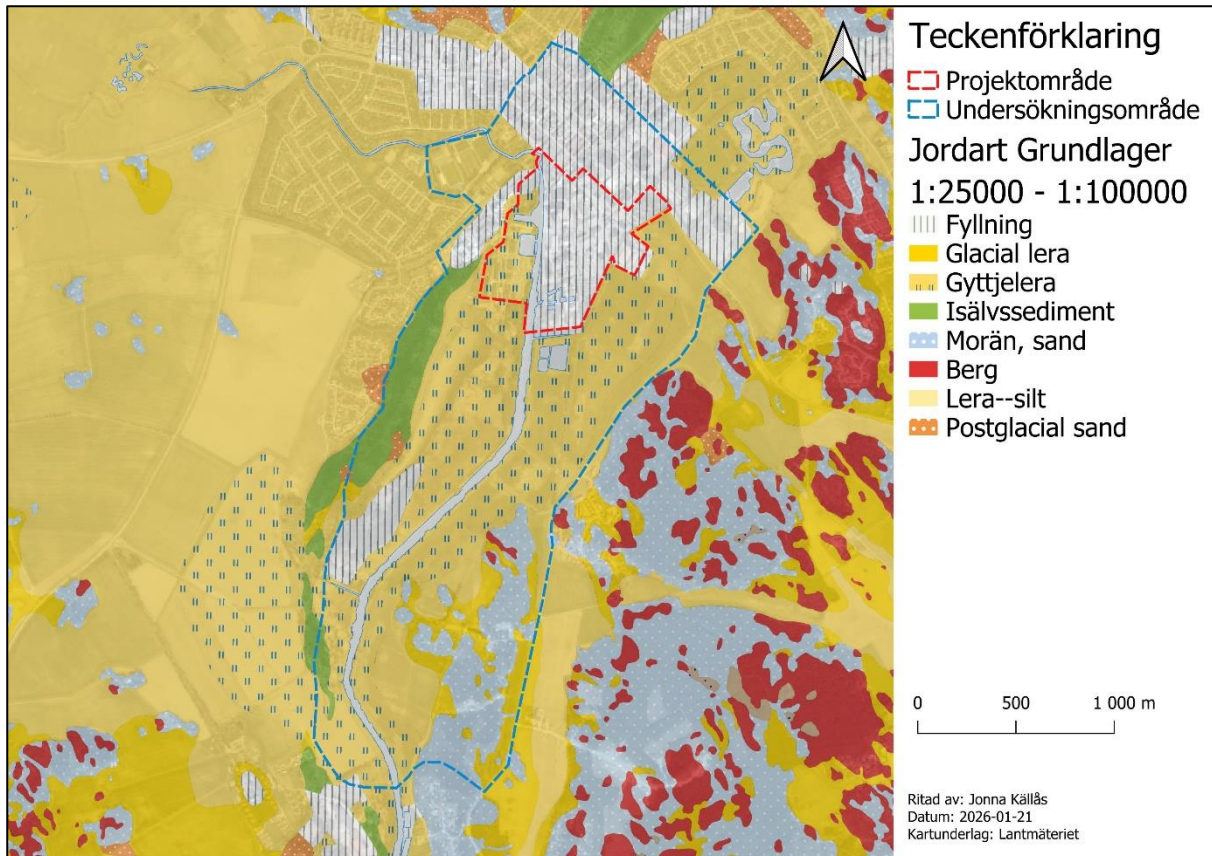
- Jordbruksmark och öppna ytor i söder.
- Industri- och hamnverksamhet i norr.

Denna struktur har bestått, men kompletterats över tid med ytterligare byggnader, hårdgjorda ytor och utökade verksamhetsområden.

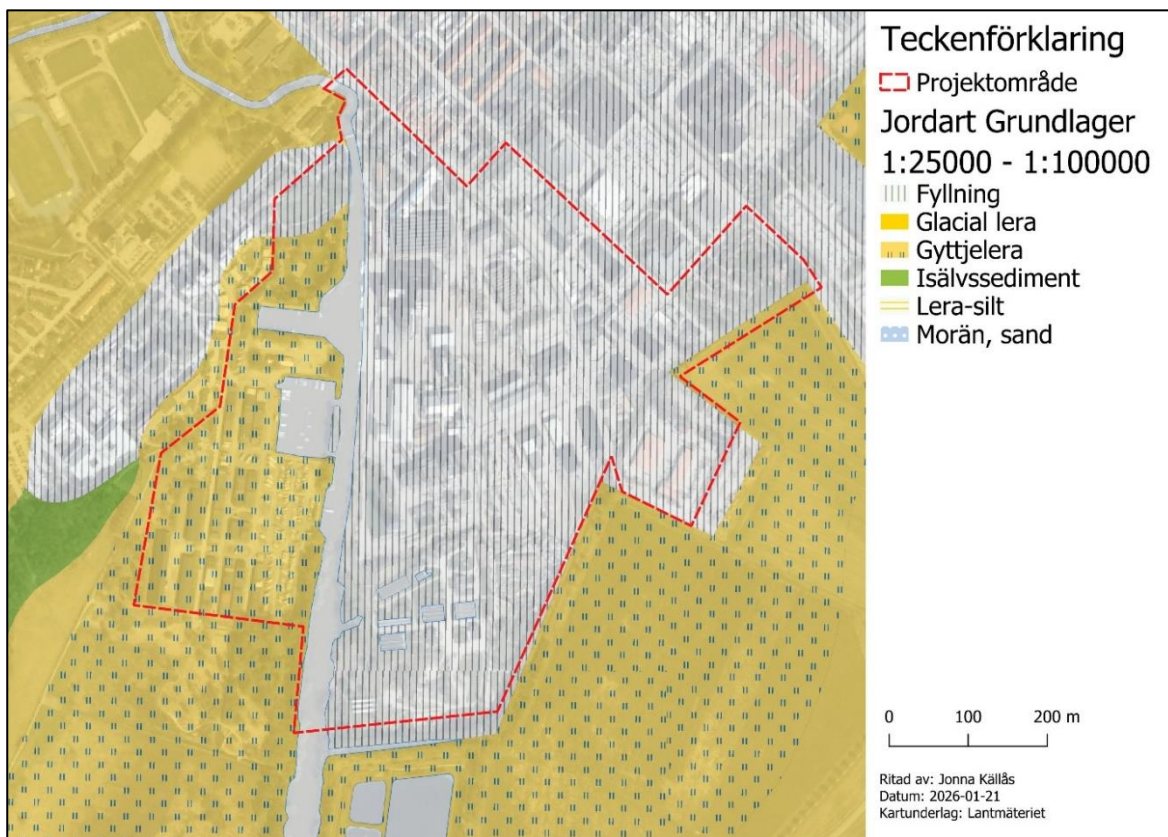
3.3 Geologi och jordarter

Undersökningsområdet utgörs huvudsakligen av låglänt mark med övervägande finkorniga jordarter (Figur 3-5). Det dominerande jordlagret är gyttjelera på underliggande lager av postglacial lera, särskilt i de delar som ligger längs Enköpingsån söder om projektområdet. I den västra delen av undersökningsområdet återfinns en del av Enköpingsåsen, Gröngarnsåsen (markerad i grönt), vilken består av isälvssediment.

Inom det centrala hamn- och verksamhetsområdet (Figur 3-6) domineras de ytliga jordlagren av fyllnadsmassor. Enligt SGU:s jordartskarta består i princip hela projektområdet av fyllning, vilket indikerar att marken har påverkats av tidigare exploateringar och omfattande markarbeten. Jordartskartan är dock översiktlig och återger inte fullt ut de lokala variationerna. Småbåtshamnen, belägen väster om Enköpingsån, utgörs av fyllnadsmassor med varierande mäktighet, i vissa delar endast uppgående till enstaka decimeter. I anslutning till området förekommer även naturliga jordarter i form av gyttjelera.

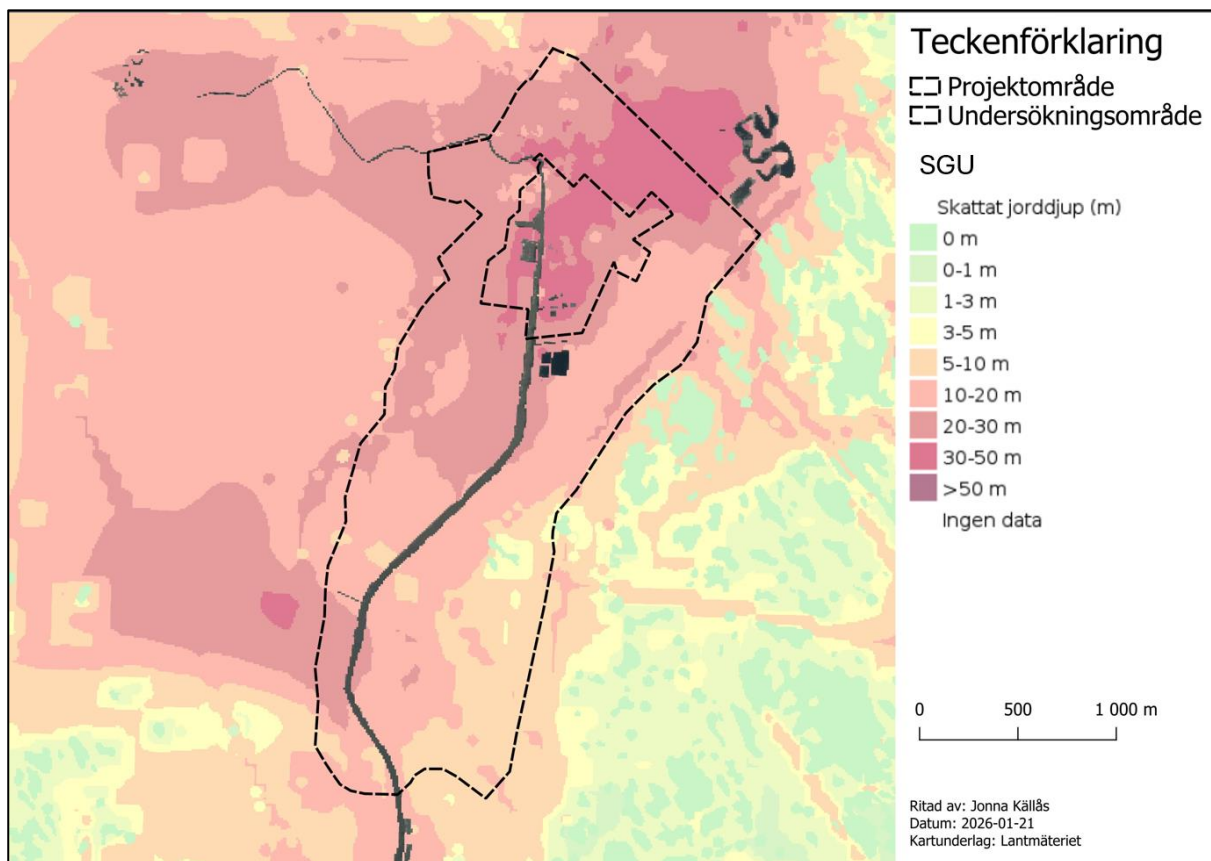


Figur 3-5: Jordarter i utrednings- och projektområdet (SGU, 2025c).



Figur 3-6: Jordarter i projektområdet (SGU, 2025c).

Figur 3-7 visar att jorddjupet inom större delen av projektområdet uppgår till cirka 30–50 meter, med inslag av 20–30 meter. Inom undersökningsområdets södra delar är jorddjupet generellt 10–20 meter, medan västra sidan av Enköpingsån främst uppvisar jorddjup på 20–30 meter. Den angivna förekomsten av gyttjelera väster om ån är dock översiktlig och speglar inte fullt ut de lokala förhållandena, då småbåtshamnen i praktiken utgörs av fyllnadsmassor som överlagrar gyttjeleran. Lokala variationer förekommer, men det övergripande mönstret indikerar mäktiga jordlager av i huvudsak postglacial lera inom projektområdet, med något grundare jorddjup längre söderut.



Figur 3-7: Översiktligt jorddjup i undersöknings- och projektområdet (SGU, 2025d).

3.3.1 Sulfid- och sulfatjord – risker och förekomst

Utöver berggrundens egenskaper är det även relevant att beakta förekomsten av sulfidjordar, som kan innebära liknande kemiska risker men vanligtvis är mer spridda i ytliga jordlager. Sulfidjordar bildas i syrefria miljöer och kännetecknas av mörk färg och höga halter sulfidmineral. När jorden exponeras för syre kan sulfiderna oxidera och då omvandlas från potentiellt sur sulfatjord till aktivt sur sulfatjord (SGU, 2025e). Denna process kan leda till metallutfällning, försurning av mark- och ytvatten samt korrosionsproblem på tekniska installationer. Sulfidjord förekommer längs Sveriges kuststräckor, främst i norr och i östra Svealand, däribland Enköping.

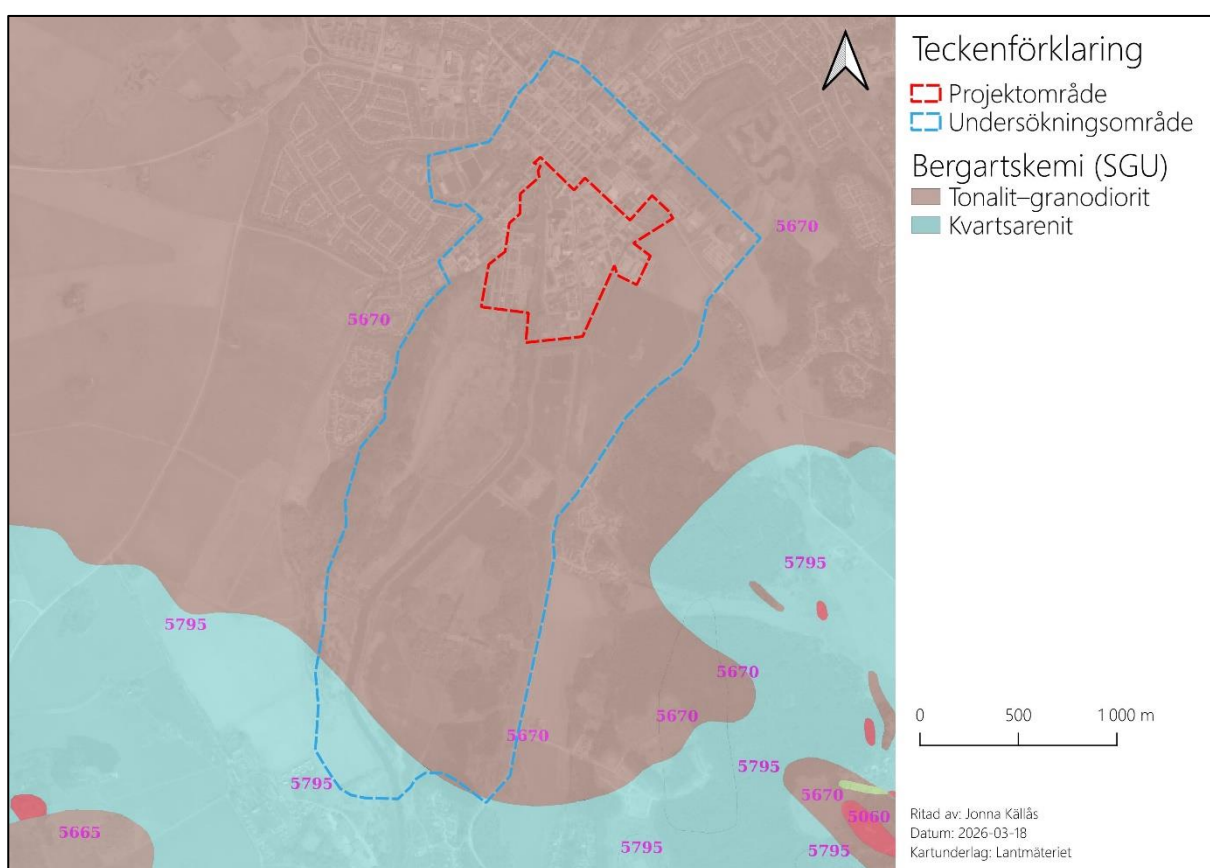
SGU:s jordartskarta visar endast begränsad provtagning av sulfidjord i Enköping och inga provpunkter direkt inom projektområdet, vilket innebär att utbredningen är osäker. Tidigare markmiljöutredningar har dock påvisat sulfidlera både vid avloppsreningsverket i Kryddgårdens södra del och längs en vägsträcka i Munksundet i den norra delen av projektområdet. Dessa fynd innebär att sulfidlera kan förekomma även inom det aktuella projektområdet, och att risken därför behöver beaktas vid schaktning och masshantering.

3.3.2 Sulfidberg – risker och förekomst

Vid bygg- och anläggningsarbeten, såsom de som planeras inom Enköpings hamnområde, kan sulfidförande berg och jord komma att exponeras. Sulfidmineral förekommer naturligt i stora delar av Sverige och kan, vid kontakt med syre, oxidera och bilda surt lakvatten (Länsstyrelsen Stockholm, 2025).

Den pH-sänkning som då uppstår kan orsaka korrosion på konstruktionsmaterial såsom betong, frigöra tungmetaller som exempelvis zink och nickel samt medföra negativ påverkan på mark- och vattenmiljöer.

Med hänsyn till hamnens centrala läge och grundvattnets betydelse som dricksvattentäkt är det därför viktigt att även beakta eventuellt sulfidförande berg i samband med större schakt- och byggnadsarbeten. Enligt SGU:s geokemiska underlag består undersökningsområdet av två huvudindelningar: en zon av tonalit–granodiorit (brun färg) samt en mindre zon i södra delen av undersökningsområdet av kvartsarenit (turkos färg), dessa syns i Figur 3-8. Utifrån mineralinnehåll och geokemi bedöms viss risk för sulfidberg kunna förekomma i den kvartsarenitiska zonen, men inte i den norra zonen. De planerade arbetena omfattar dock inte schaktning ned till bergnivå, varför risken för exponering av sulfidförande berg bedöms som begränsad inom projektet.



Figur 3-8: Översiktlig bergarts kemi i undersöknings- och projektområdet (SGU, 2025a).

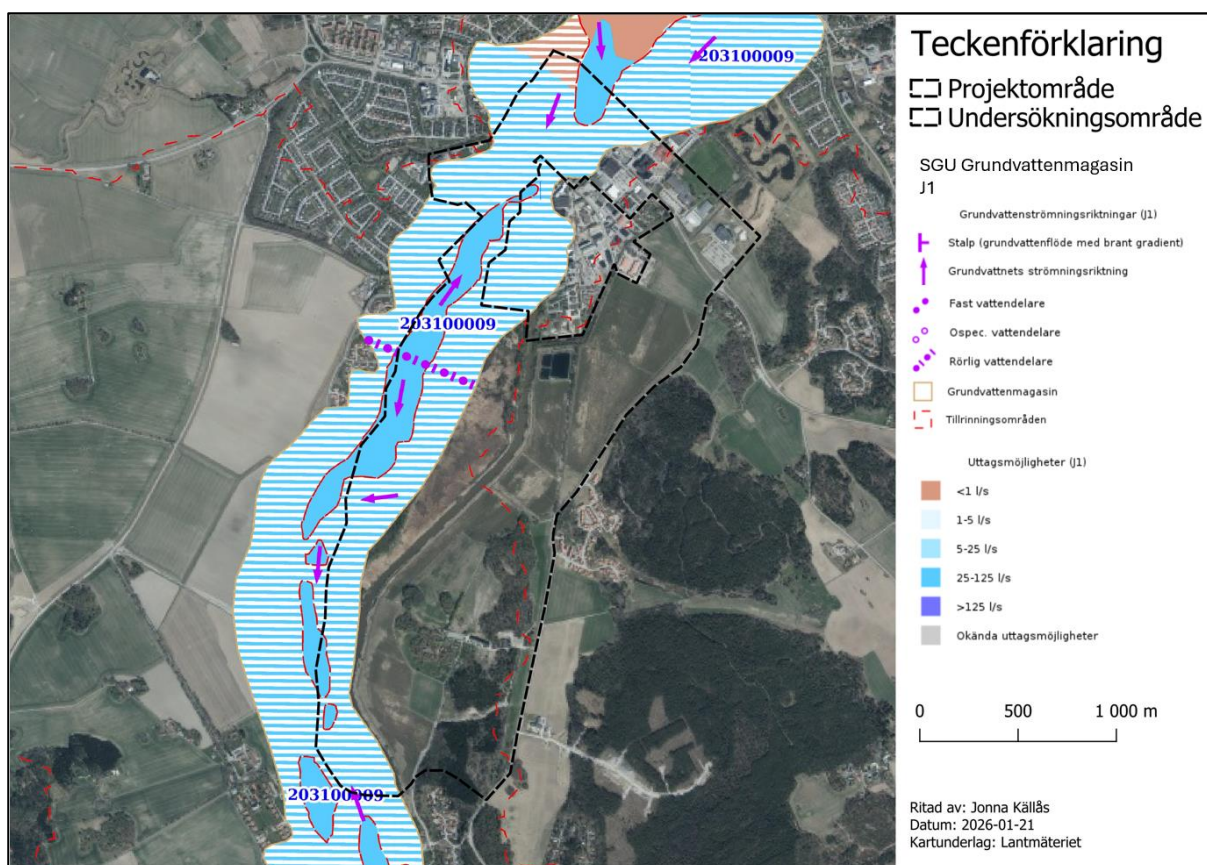
3.4 Hydrologi och hydrogeologi

Grundvattenförhållandena i Enköping påverkas i hög grad av områdets geologiska uppbyggnad. De mäktiga lerlagren i de låglänta delarna vilar på mer genomsläppliga sand- och grusavlagringar kopplade till Enköpingsåsen.

För Enköpings kommun utgör åsen en mycket viktig grundvattenförekomst och används som källa för kommunens vattenförsörjning. Enköpingsåsen är med sin höga vattenledningsförmåga den dominerande hydrogeologiska formationen i området.

Åsen överlagras på vissa sträckor av lera, vilket innebär att den inte alltid är synlig i markytan. Isälvs materialet som åsen består av är dock kontinuerligt även under dessa lerpartier och breder dessutom ut sig i sidled utanför den synliga åsryggen. Isälvs materialets bredd och mäktighet varierar längs åsens sträckning och är bland annat smalare och tunnare i ett kort parti precis norr om Klosterparken. Isälvs materialet omges till stor del av lera som vilar på morän och berg. I vissa områden längre bort från åsen går moränen och berget i dagen.

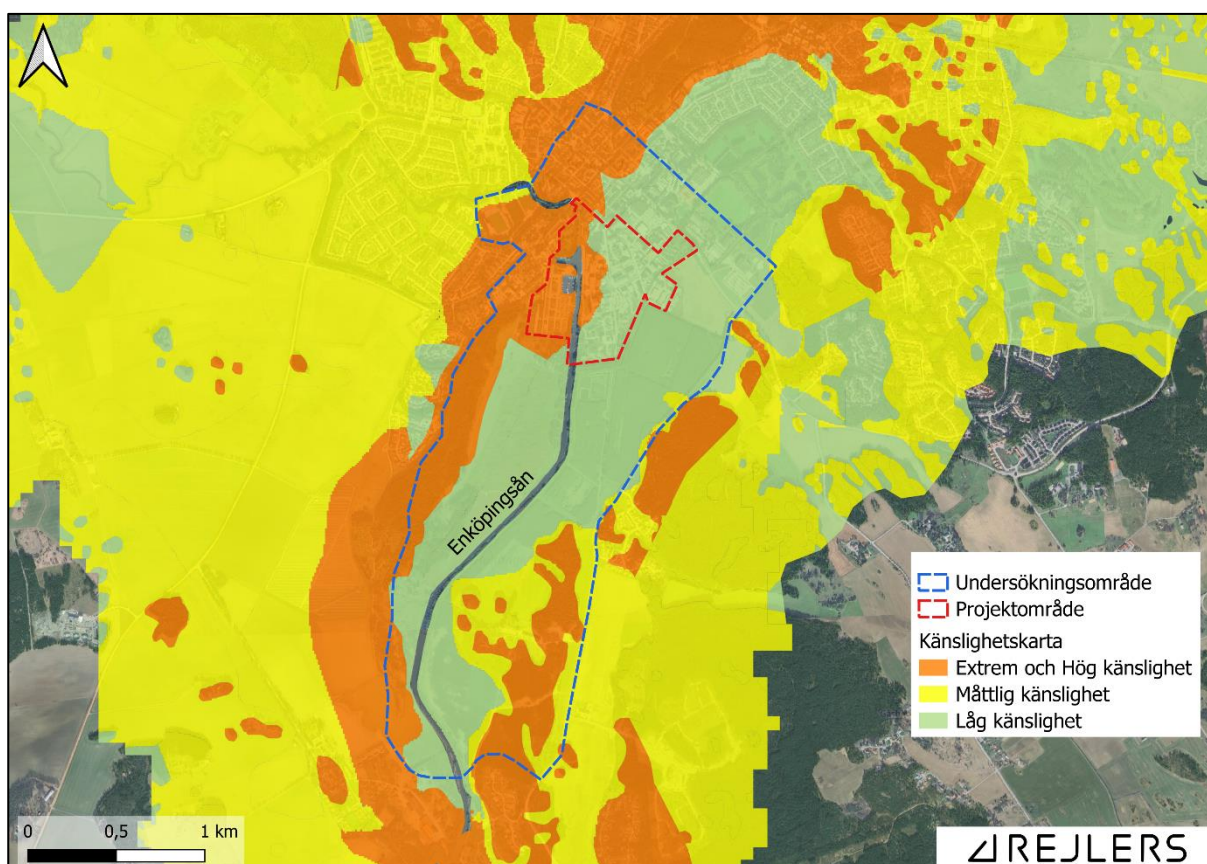
Enköpingsåsen sträcker sig från Bollnäs i norr till Södertälje i söder, och sträckan söder om och genom Enköping bedöms utgöra ett sammanhängande grundvattenmagasin (SGU, 2020a). Gröngarnsåsen, som utgör ett lokalt parti av åsen väster om Enköpingsån, framträder tydligt som en höjdrygg längs områdets västra del. SGU:s karta över grundvattenmagasin redovisar bland annat magasindelområden och grundvattenströmningsriktningar (se Figur 3-9). Inom Enköpingsåsens utsträckning vid Enköpings tätort är strömningsriktningen generellt nord-sydlig. Lokala avvikelser förekommer dock, exempelvis är flödesriktningen söder om Munksundet nordlig, riktad mot grundvattenuttaget.



Figur 3-9: SGU:s karta över grundvattenmagasin och strömningsriktningar i området.

För att komplettera beskrivningen av områdets hydrogeologiska känslighet redovisas i Figur 3-10 markens känslighet för föroreningar som kan orsaka negativ påverkan på grundvattnet.

Figuren visar en indelning i tre nivåer: *extrem och hög känslighet*, *måttlig känslighet* samt *låg känslighet*. Av figuren framgår att det inom projektområdet främst är Munksundet, samt direkt angränsande fastigheter till Enköpingsån som är av hög känslighet. Känslighetskartan indikerar i vilken utsträckning en skadlig inverkan från en marknära (ner till ett par meters djup) förorening kan ha på grundvattenförekomsten. Känslighetsklasserna baseras på bland annat grundvattnets flödesriktning i moränen. Den generella flödesriktningen i moränen är in mot isälvs materialet i åsen. I vissa områden där berg och moränen går i dagen är känsligheten högre än för områden som underlagras med lera, jämför Figur 3-5 och Figur 3-11.

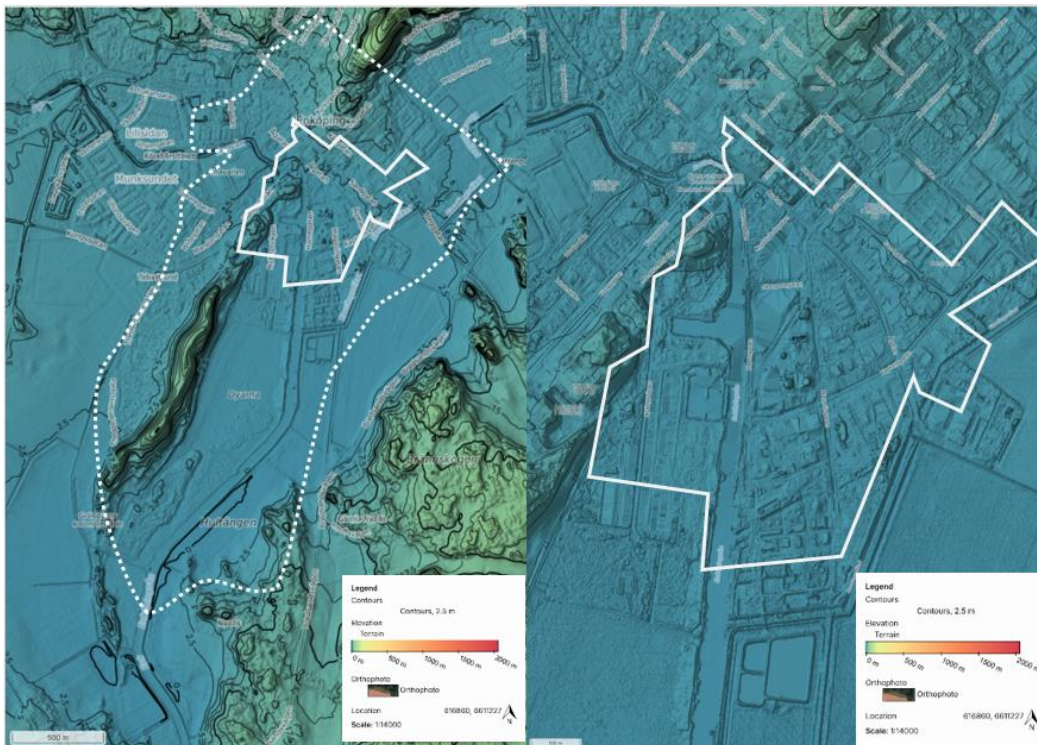


Figur 3-10: Markens känslighet för föroreningar som kan påverka grundvattnet negativt, indelad i tre nivåer: *extrem och hög känslighet*, *måttlig känslighet* samt *låg känslighet*.

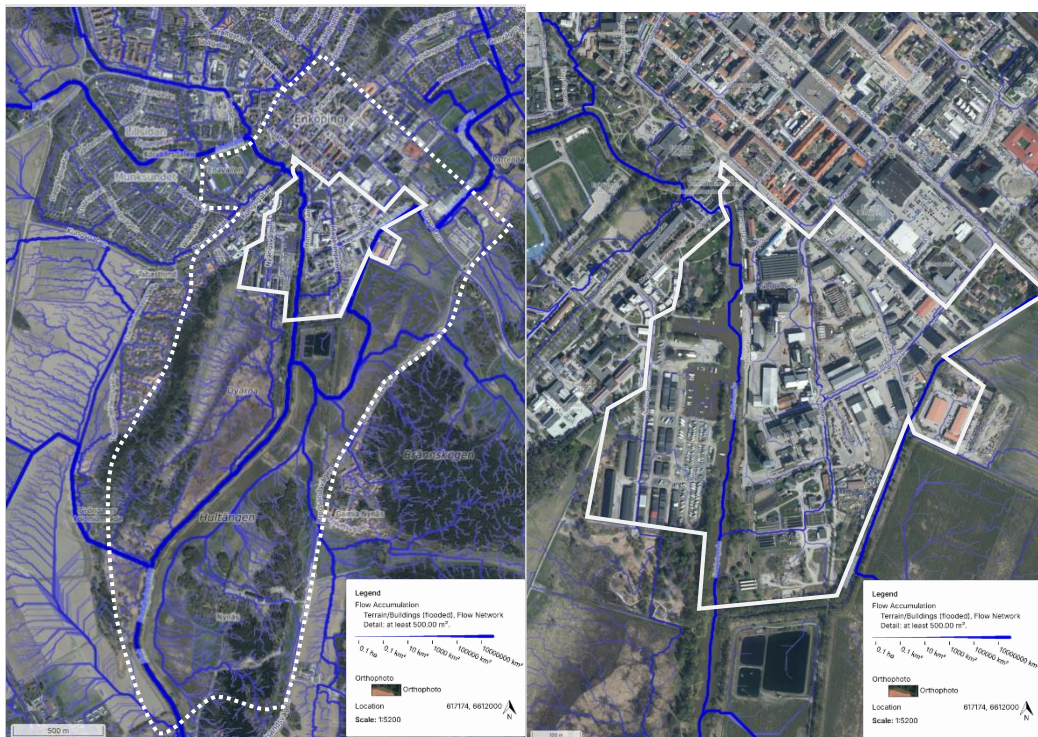
Enköpingsån sträcker sig genom projektområdet och mynnar ut i Mälaren. Fram till Munksundet är ån relativt liten och har en mer naturlig karaktär, men nedströms sker en successiv breddning till följd av muddring och anpassning för båttrafik. Nedströms Munksundet och genom hamnområdet är ån kraftigt omformad och utgör en bred och fördjupad farled. De sista cirka fyra kilometrarna fram till utloppet i Mälaren har därmed en karaktär som liknar en långsmal mälärvik snarare än ett vattendrag.

Enligt VISS (2025) uppnår vattenförekomsten måttlig ekologisk status och inte god kemisk status. Figur 3–11 visar topografin med höjdkurvor, och Figur 3–12 visar de huvudsakliga

ytvattenflödena i och omkring undersökningsområdet. De modellerade ytvattenflödena är översiktliga och inte anpassade efter befintliga anläggningar, såsom invallningar och pumpning. Exempelvis beaktas inte invallningsföretaget söder om Gröngarnsåsen på åns västra sida eller invallningen på åns östra sida söder om hamnområdet, vilket innebär att avvattningen i praktiken sker via pumpning till ån och kan avvika från kartans redovisade rinnvägar.



Figur 3-11: Topografi i och omkring undersökningsområdet baserat på höjdmodell från Scalgo (2025). Marknivåer redovisas med färgskala (blå = lågt, grön-gul = högre nivåer) samt höjdkurvor med 2,5 meters ekvidistans.



Figur 3-12: Modellerade ytvattenflöden i och omkring undersökningsområdet (Scalgo, 2025). Blå linjer visar beräknade rinnvägar baserat på topografi. Resultatet är en förenklad modell och kan avvika från faktiska flödesvägar.

4 Föroreningssituation

Detta kapitel sammanställer den kända och potentiellt förekommande föroreningssituationen inom undersöknings- och projektområdet. Beskrivningen omfattar:

- översikt av identifierade och misstänkta förorenade områden
- vanligt förekommande föroreningsämnen baserat på historiska verksamheter
- redovisning av kunskapsluckor
- en inledande uppdelning av området i egenskapsområden.

4.1 Sammanställning av potentiellt förorenade fastigheter

I Figur 4-1 redovisas objekt listade i Länsstyrelsernas EBH-karta. Inom undersökningsområdet finns totalt 95 objekt, varav majoriteten är koncentrerade till hamnområdet. Av dessa är 29 objekt belägna inom projektområdet.

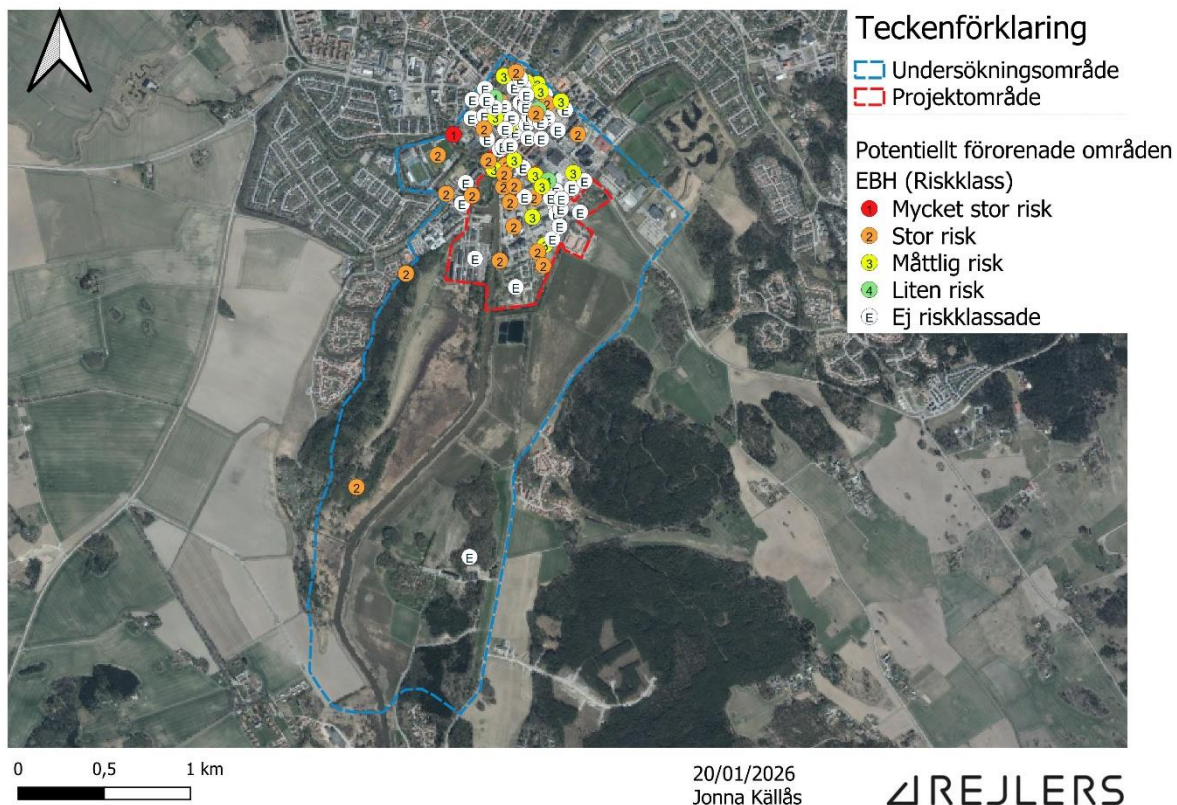
EBH-kartan redovisar både misstänkta och konstaterade förorenade områden. Objekten är klassade enligt MIFO-metodiken (riskklass 1–4) eller markerade med åtgärdsnivåer för känslig (KM) eller mindre känslig markanvändning (MKM).

Riskklasser enligt MIFO:

1. Mycket stor risk för människa och/eller miljö
2. Stor risk för människa och/eller miljö
3. Måttlig risk för människa och/eller miljö

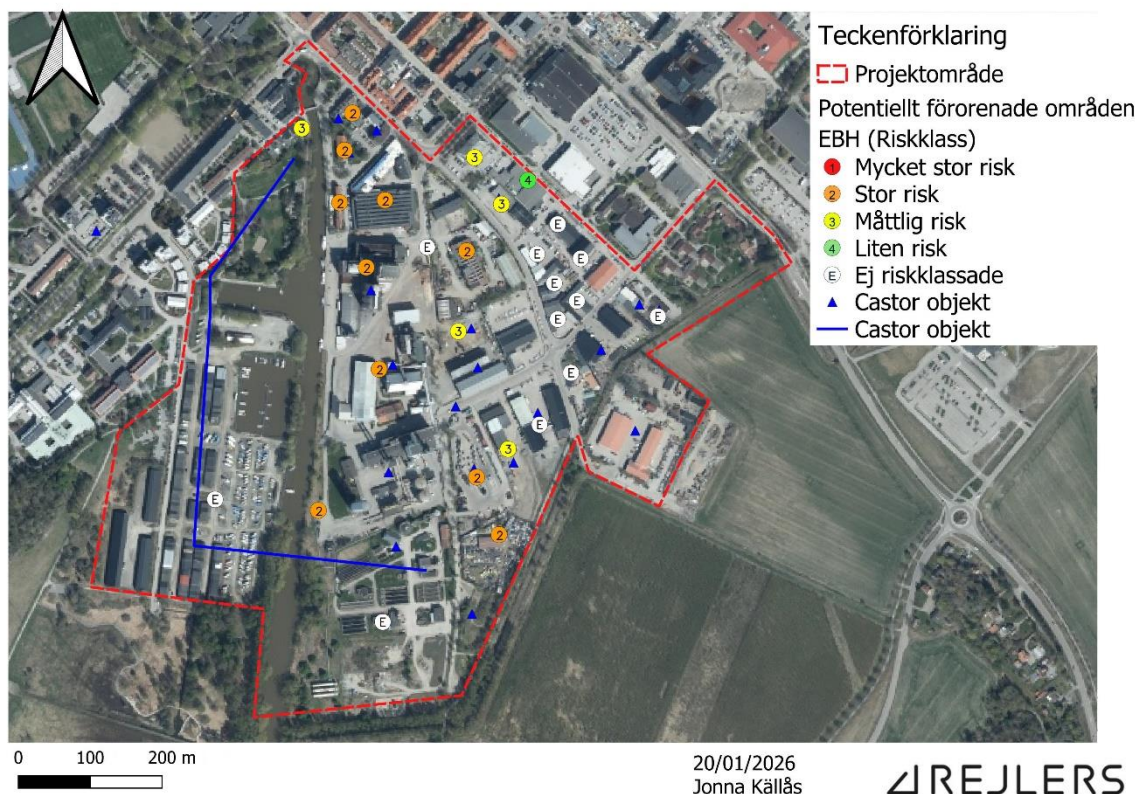
4. Liten risk för människa och/eller miljö

Objekt markerade med KM eller MKM avser genomförda åtgärder där sanering anpassats till respektive markanvändningsnivå (Länstyrelserna 2025).



Figur 4-1: EBH-objekt inom undersöknings- och projektområdet.

I Figur 4-2: EBH- och Castor-objekt inom projektområdet. visas objekten med tillhörande klassning från EBH-stödet inom projektområdet. I figuren framgår även ytterligare objekt tillhandahållna från Castor (miljöavdelningens ärendesystem). Dessa saknar klassning enligt MIFO – principen men har inkluderats i bedömning kring föroreningsituation baserat på tidigare undersökningar.

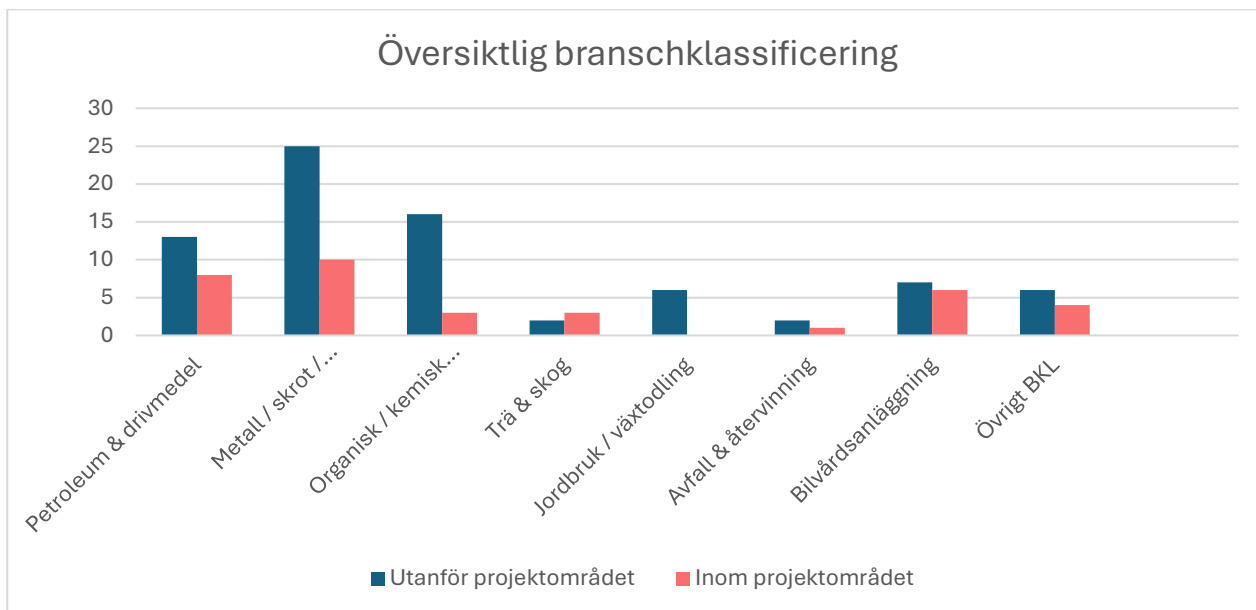


Figur 4-2: EBH- och Castor-objekt inom projektområdet.

Objekten inom området är kopplade till flera olika branscher, vilket speglar områdets historik som industriområde. Exempel på verksamheter som tidigare bedrivits är skrothantering och skrothandel, drivmedelshandling, oljedepåer, verkstadsindustri – både med och utan halogenerade lösningsmedel – samt ytbehandling av trä. Den övergripande branschfördelningen för de identifierade objekten från EBH-stödet och Castor redovisas i Figur 4-3 .

Föroreningar som ofta är förknippade med dessa branscher inkluderar petroleumkolväten, lösningsmedel (inklusive klorerade), tungmetaller, PAH, PCB, PFAS, fenoler, organiska tennföreningar och pesticider. Denna variation innebär att både punktkällor och mer diffust spridda föroreningskällor kan förekomma, och att flera objekt potentiellt ger upphov till överlappande eller samverkande föroreningspåverkan.

Som komplement till verksamhetsbaserade föroreningskällor har även uppgifter om brandsläckningsinsatser där släckskum kan ha använts beaktats, vilket utgör potentiella källor till PFAS-föroreningar. Underlaget baseras på information från MSB redovisad på kommunens översiktliga karttjänst (ÖP-kartan) och redovisas på fastighetsnivå (Enköpings kommun, 2026). Berörda fastigheter har identifierats och sammanställts i Bilaga 2. Underlaget är dock av varierande kvalitet och saknar information om exakta utsläppspunkter, hantering av släckvatten och omfattning, vilket medför osäkerheter i bedömningen.



Figur 4-3: Sammanställning av objektens branschklassificeringar inom projekt- och undersökningsområdet. Tabellen redovisar antal objekt per riskklassbransch inom respektive utanför projektområdet.

En sammanställning av objektens riskklassificeringar inom projekt- och undersökningsområdet från EBH-stödet redovisas i Tabell 4–1. De objekt som förekommit i Castormaterialet och även erhållit riskklassificering inom EBH-stödet är redovisat i tabellen. En mer detaljerad genomgång av varje objekt, inklusive historik, tidigare undersökningar och bedömda föroreningsrisker, återfinns i Bilaga 1 – Potentiellt förorenade områden. I Bilaga 2 – Primära föroreningar presenteras vanligt förekommande föroreningsämnen per bransch.

Tabell 4–1: Sammanställning av objektens riskklassificeringar inom projekt- och undersökningsområde.

Tilldelad riskklass	Riskklass 1	Riskklass 2	Riskklass 3	Riskklass 4	Ej riskklassad	Totalt
Antal	1	22	14	3	55	95
Varav inom projektområdet	0	10	5	1	13	29

4.2 Kunskapsluckor

Inom flera områden finns begränsad information eller saknas helt dokumenterade markundersökningar. Följande övergripande kunskapsluckor har identifierats:

- Fastigheter där äldre industri- eller verkstadsverksamhet har bedrivits, men där inga provtagningar finns dokumenterade. Ett exempel på en sådan fastighet är Munksundet 24:7, en större fastighet med begränsad tidigare provtagning.
- Objekt som endast ingår i EBH-stödets branschinventering och där ingen fältundersökning har utförts för att bekräfta eller avfärda misstänkt förorening.
- Platser där föroreningar har påvisats i äldre utredningar, men där omfattning, djup eller spridning inte har undersökts vidare.
- Osäkerheter kring spridningsrisk via grundvatten, särskilt från verksamhetsområden som ligger uppströms projektområdet och längs Enköpingsån. Grundvattenprover finns tagna inom vissa delar av området i begränsad omfattning.
- Områden med fyllnadsmassor där ursprung och innehåll inte är kända, vilket gör det svårt att bedöma vilka föroreningstyper som kan förekomma.
- Ingående riskbedömning kopplat till dricksvatten och översvämningssrisker är pågående och finns därmed möjlighet att vidare inkludera i fortsatt arbete.
- Begränsad information om förekomst av PFAS kopplat till historiska brandsläckningsinsatser. Tillgängligt underlag är översiktligt och redovisas på fastighetsnivå, utan uppgifter om exakta utsläppspunkter, hantering av släckvatten eller omfattning. Kompletterande informationsinhämtning, exempelvis via räddningstjänsten, kan vara relevant i fortsatt arbete.

Dessa osäkerheter har beaktats i den sammanvägda prioriteringen för fortsatt arbete i avsnitt 4.4.

4.3 Egenskapsområden

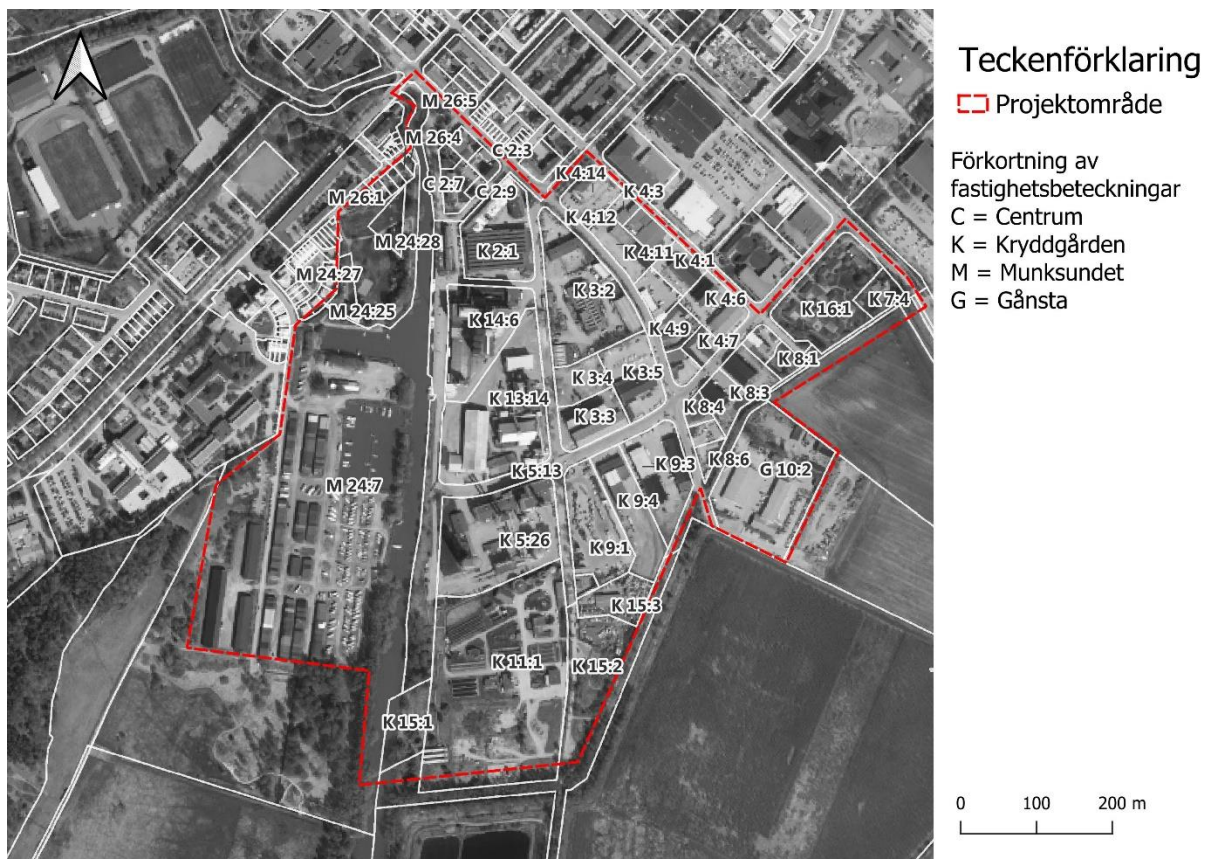
Inom uppdraget har både projektområdet och det större undersökningsområdet analyserats för att skapa en samlad bild av potentiella och konstaterade föroreningar. Det utvidgade undersökningsområdet omfattar ett stort antal EBH-objekt, vilka redovisas i Bilaga 1 och bidrar till en övergripande förståelse av föroreningssituationen. Eftersom ingen exploatering planeras inom dessa delar har ingen prioriteringsklassificering genomförts för undersökningsområdet som helhet; materialet har i stället använts som bakgrund till bedömningen inom projektområdet.

Prioritering och indelning i egenskapsområden har därför genomförts endast för projektområdet, vilket omfattar Kryddgården, hamnområdet samt de södra delarna av Centrumfastigheterna. Dessa områden är föremål för planerad exploatering och har därmed störst behov av fördjupad kunskap om föroreningssituationen.

Bedömningen har utförts fastighetsvis för att skapa ett underlag som är direkt tillämpbart i kommande planerings- och beslutsprocesser. Fastigheterna inom projektområdet redovisas i Figur 4-4. Inför kommande markundersökningar bör information om tidigare fastställd

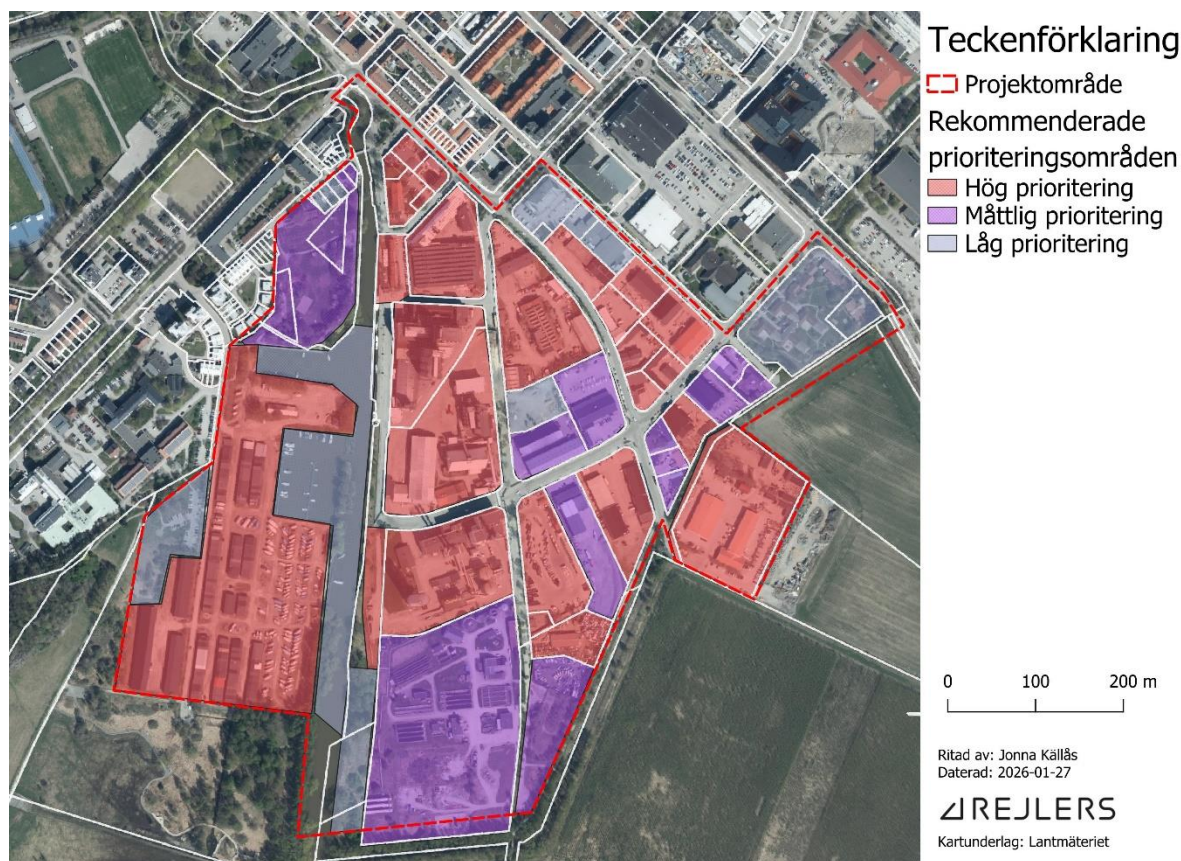
föroreningsutbredning per fastighet beaktas för att möjliggöra riktade provtagningsinsatser. Viss sådan information finns beskriven i Bilaga 1.

Underlaget för föroreningssammanställningen bygger på verksamhetshistorik, EBH-data och tidigare markundersökningar, kompletterat med GIS-baserade analyser där flera informationslager överlagrats för att identifiera områden med samlad risk. Vid klassificeringen har hänsyn tagits till kända och dokumenterade saneringsåtgärder, särskilt där åtgärder genomförts i samband med schakt av avgränsade föroreningskällor.



Figur 4-4: Fastigheter inom projektområdet. Kartunderlag: Lantmäteriet

För att skapa en tydlig översikt har fastigheterna delats in i tre prioriteringskategorier baserat på förekomst, sannolikhet och risknivå för föroreningar. Dessa kategorier, markerade med olika färger i kartan, redovisas i Figur 4-5.



Figur 4-5: Prioriteringsområden markerade enligt nedan listade prioriteringskategorier.

Fastigheterna har delats in i tre prioriteringskategorier i syfte att styra ordning, omfattning och inriktning av de fortsatta miljötekniska undersökningsinsatserna. Prioriteringen utgör därmed ett planeringsunderlag för fortsatt arbete. Indelningen bygger på en sammanvägd kvalitativ bedömning av förekomst av konstaterade föroreningar, sannolikhet för förorening samt bedömd spridnings- och exponeringsrisk, baserat på verksamhetshistorik, tidigare undersökningar, EBH-data, känslighetskarta samt övrigt tillgängligt underlag.

Vid den fortsatta hanteringen av förorenad mark är gällande åtgärds mål för området, motsvarande känslig markanvändning (KM), styrande. Prioriteringsarbetet har dock inte enbart baserats på överskridanden av åtgärds målet, utan även på bedömd risknivå, omfattning och osäkerhet i föroreningssituationen. Inom projektområdet domineras markförhållandena generellt av mäktiga lerlager, vilket bedöms begränsa spridning av föroreningar, särskilt vertikalt och via grundvatten, något som har beaktats i prioriteringen. Detta förutsätter dock att markförhållandena förblir opåverkade. Vid markarbeten och grundläggning kan lerans egenskaper förändras, vilket kan påverka spridningsförutsättningarna.

Fastigheter där föroreningshalter överstiger KM har generellt tilldelats en prioritet för fortsatt hantering. Fastigheter där halter i flera provpunkter även överstiger riktvärden för mindre känslig markanvändning (MKM) bedöms indikera en mer omfattande eller komplex föroreningssituation och har därför i flera fall klassats med hög prioritet, då dessa objekt

generellt bedöms innebära en högre potentiell risk och större osäkerhet inför fortsatt arbete. Fastigheter med halter som överstiger KM men där spridningsförutsättningar och exponeringsvägar bedömts vara begränsade har i flera fall klassats som måttlig prioritet.

- **Hög prioritet** omfattar fastigheter där den samlade bedömningen indikerar förhöjd risk eller osäkerhet inför fortsatt arbete. Klassning som hög prioritet har gjorts när en eller flera av följande omständigheter bedömts föreligga:
 - uppmätta föroreningshalter som indikerar en mer omfattande eller komplex föroreningsituation, exempelvis genom flera provpunkter med halter över åtgärds målet (KM) och i vissa fall även över riktvärden för mindre känslig markanvändning (MKM),
 - objekt där avgränsning av föroreningen ännu inte har kunnat fastställas eller där uppfyllelse av åtgärds mål inte har kunnat verifieras,
 - läge inom eller i direkt anslutning till områden med hög eller extrem känslighet enligt grundvattnets känslighetskarta (Figur 3-10), särskilt i kombination med konstaterad eller misstänkt förorening och begränsat undersökningsunderlag, med hänsyn till både grundvattnets betydelse som dricksvattenresurs och potentiell spridning till ytvatten i Enköpingsån,
 - närhet till flera andra högt prioriterade fastigheter där föroreningsutbredning ännu inte har avgränsats genom provtagning och där spridning därför inte kan uteslutas,
 - verksamhetshistorik som typiskt medför föroreningsrisk, där tillgängligt material indikerar att förorening sannolikt förekommer men där fältprovtagning saknas eller är mycket begränsad.
- **Måttlig prioritet** omfattar fastigheter där föroreningar kan förekomma eller har påvisats, men där den samlade bedömningen indikerar begränsad spridnings- och exponeringsrisk. Detta inkluderar bland annat fastigheter med halter över KM men under MKM, där markförhållanden, föroreningarnas karaktär och tillgängligt underlag sammantaget bedömts tala för en mer begränsad riskbild.
- **Låg prioritet** omfattar fastigheter där nuvarande och tidigare markanvändning bedöms ha liten sannolikhet att ha orsakat förorenings spridning och där tidigare undersökningar inte indikerar någon eller endast mycket begränsad risk. Viss osäkerhet kan kvarstå till följd av begränsat underlag, men den samlade bedömningen motiverar i nuläget inte ytterligare prioritering.

Ur ett översiktligt geografiskt perspektiv är fastigheter med hög prioritet främst koncentrerade till Kryddgårdsområdet samt centrala delar av hamnområdet. Dessa områden präglas av en lång industriell verksamhetshistorik, och inom dessa delar av projektområdet har föroreningar påvisats i sådan omfattning eller i sådant känsligt läge att de sammantaget bedömts motivera en högre prioriteringsnivå.

Fastigheter som har klassats som hög prioritet redovisas i Tabell 4–2. Fördjupad information om respektive objekt, inklusive verksamhetshistorik och tidigare undersökningar, redovisas i tillhörande bilaga 1 & 2.

Tabell 4–2: Sammanställning av objekten listade som "hög klass" i ovanstående prioriteringsområden.

Fastighetsbeteckning (ar)	Tillhörande EBH- objekt	Förekomst i Castor-material	Noterad brand-släcksinsats	Uppmätta föroreningar i jord
Centrum 2:1, 2:3, 2:8, 2:7	149455, 149795, 149524	Ja (Centrum 2:3 och 2:8)	-	Koppar, kvicksilver, bly och zink >KM<MKM.
Centrum 2:9	-	-	-	Ingen undersökning utförd.
Kryddgården 2:1	149539	-	-	Zink >FA, koppar >MKM<FA, bly, kvicksilver, arsenik >KM.
Kryddgården 5:13	150024, 149888, 150025	Ja	Ja	150024 – PAH-M, PAH-H, trikloreten >MKM<FA, Aromater, arsenik, barium, kobolt och bly >KM<MKM. 149888, 150025 - Ingen undersökning utförd.
Kryddgården 5:26	-	Ja	-	Zink, PAH-H och aromater >KM<MKM.
Kryddgården 14:6	149563	Ja	-	Ingen undersökning utförd.
Kryddgården 13:14	149442	Ja	-	Alifater, aromater, PCB, barium, koppar >MKM<FA. Arsenik, kvicksilver, zink, kobolt, xylener, PAH-M, PAH-H >KM<MKM.
Kryddgården 15:3	149435	Ja	-	Ingen undersökning utförd. Påträffat zink och koppar i dagvatten.
Kryddgården 10:2	-	-	-	Ingen undersökning utförd.
Kryddgården 9:1	149437	Ja	-	Koppar, bly, koppar, zink >MKM<FA. Arsenik, krom, nickel >KM<MKM.
Kryddgården 9:3	149642	Ja	-	Ingen undersökning utförd.
Gånsta 10:2	-	Ja	-	Ingen undersökning utförd.
Kryddgården 8:3	-	Ja	-	Ingen undersökning utförd.
Kryddgården 4:11	150006	-	-	Alifater, PAH-M och PAH-H >MKM<FA.

Fastighetsbeteckning (ar)	Tillhörande EBH- objekt	Förekomst i Castor-material	Noterad brand-släcksinsats	Uppmätta föroreningar i jord
Kryddgården 4:1, 4:5, 4:6, 4:7, 4:8 och 4:9	149602, 150008, 149697, 149746, 149599, 149747	-	-	Ingen undersökning utförd.
Kryddgården 3:2	149829	-	-	Okända halter, ser ut att ha utförts undersökning tidigare men inte tillhandahållna resultat.
Munksundet 24:7	149625	Ja	Ja	Bly, Kobolt >KM < MKM

4.4 Sammanvägd prioritering inför fortsatt arbete

De prioriteringskategorier som identifierats i föregående avsnitt rekommenderas ligga till grund för planering och etappindelning av de fortsatta undersökningsinsatserna. Fastigheter med hög prioritet bör hanteras i ett första skede, eftersom dessa områden uppvisar konstaterade föroreningar eller starka indikationer på sådan förekomst. Klassningen baseras på den sammanställning av objekt, verksamhetshistorik och tidigare undersökningsresultat som redovisas i Tabell 4–2 samt i Bilaga 3 som beskriver orsaken till hög klassning baserat på sammanställd föroreningsbild från Bilaga 1 & 2.

För fastigheter med hög prioritet bedöms behovet av fördjupad kunskap om föroreningsituationen vara störst. De fortsatta undersökningarna bör i första hand inriktas på att avgränsa föroreningarnas utbredning samt bedöma spridningsrisk, främst i relation till Enköpingsåsen och grundvattenförekomster. Bedömningen av vilka objekt som ingår i denna kategori grundar sig på konstaterade föroreningar, otillräckligt avgränsade föroreningsområden, känsligt läge ur spridnings- och exponeringssynpunkt samt verksamhetshistorik som indikerar föroreningsrisk, i enlighet med den metodik som redovisas i föregående avsnitt.

Fastigheter inom kategorin måttlig prioritet bör hanteras i ett efterföljande skede. Dessa omfattar objekt där föroreningar kan förekomma men ännu inte har verifierats, eller där halter har påträffats men där omfattning och spridningsförutsättningar är osäkra. För dessa områden bedöms riktade kompletterande undersökningar vara nödvändiga för att klarlägga föroreningsituationen och eventuellt åtgärdsbehov. Vissa områden kan även komma att avgränsas indirekt i samband med att fastigheter med hög prioritet undersöks vidare, vilket kan bidra till ett mer effektivt och kostnadseffektivt undersökningsupplägg.

Fastigheter med pågående miljötekniska markundersökningar rekommenderas att hanteras separat i planeringen, eftersom befintligt och kommande undersökningsresultat direkt påverkar den slutliga prioriteringen. Dessa ytor bör inkluderas i fortsatt planering först när pågående utredningar har avslutats.

Fastigheter med befintliga bostäder bedöms i nuläget inte kräva ytterligare miljöteknisk utredning, då de i regel undersökts tidigare och den planerade exploateringen inte förväntas medföra större markarbeten. Vid framtida markarbeten i anslutning till dessa fastigheter bör dock försiktighet iakttas. Oavsett planerad markanvändning omfattas förorenade områden av gällande miljölagstiftning och det nationella miljö kvalitetsmålet *Giftfri miljö*. Detta innebär att förorenade områden ska hanteras så att de inte utgör en risk för människors hälsa eller miljön, med en långsiktig inriktning att sådana risker ska vara åtgärdade eller kontrollerade. Identifierade föroreningar kan därmed behöva åtgärdas eller riskhanteras även oberoende av exploatering. Behovet av åtgärder prövas dock i ett senare skede och baseras på en samlad riskbedömning samt framtida markanvändning.

5 Efterbehandlingsåtgärder och tidsplan för åtgärd

Tidshorisonten och kostnader för sanering av förorenad mark varierar beroende på saneringsmetod. Det handlar inte enbart om att avlägsna föroreningar, utan också om att göra det på ett sätt som minimerar miljöpåverkan, säkerställer långsiktigt hållbara resultat och är samhällsekonomiskt försvarbart.

5.1 Saneringsmetoder och deras påverkan

Den mest klassiska saneringsmetoden är schaktsanering, där förorenad jord schaktas bort och transporteras till en mottagningsanläggning. Fördelar är att det är en välbeprövad metod som ger direkta och säkra resultat. En nackdel är att schaktsanering ofta innebär hantering och transport av stora mängder massor, något som både ökar klimatpåverkan och kostnaderna. Tillförsel av ny jord har också initialt en påverkan på markmiljön. Vid hantering av större mängder massor kan en enklare saneringsåtgärd vara att sortera ut grövre material ur jorden med ett sorteringsverk, och återanvända på plats. Detta medför att mängden massor som transporteras till mottagningsanläggning minskar.

Utöver schaktsanering finns olika typer av in-situ metoder där behandling av förorening sker på plats. Beroende på förorening kan det handla om biologisk behandling där man använder sig utav mikroorganismer för att bryta ned föroreningar. Termisk behandling innebär att förorenad jord hettas upp på plats så att föroreningar förångas eller bryts ned. Kemisk oxidation är när oxiderande ämnen injiceras i marken för att bryta ner föroreningar. Samtliga av dessa metoder har som fördel att antal transporter minskar i och med att behandling sker på plats. Däremot kan metoderna vara energikrävande, kostsamma och inte alltid fungera för alla typer av ämnen eller olika jordförhållanden.

Inom projektet har avvägningar gjorts baserat på de typer av föroreningar som förekommer, hur föroreningarna beter sig i miljön och befintliga markförhållanden inom planområdet för att avgöra vilken saneringsmetod som är mest lämplig. Den samlade bedömningen är att schaktsanering är den generellt lämpligaste metoden för området baserat på nuvarande

kunskapsläge. I Bilaga 5 redovisas en översiktlig kostnadsuppskattning av efterbehandlingsåtgärder inom projektområde Hamnen vid schaktsanering.

Värt att nämna är att olika saneringsmetoder ofta kan kombineras för att minimera miljöpåverkan och kostnaderna utan att äventyra långsiktigt hållbara resultat. Genom kompletterande miljötekniska markundersökningar kan kunskapen om föroreningsituationen fördjupas, vilket möjliggör avgränsning av föroreningar samt, i vissa fall, återanvändning av massor under förutsättning att fastställda åtgärds mål uppnås och att risk för negativ påverkan på människors hälsa och miljön inte föreligger.

5.2 Övergripande tidsplan för efterbehandlingsåtgärder

Total tidsåtgång för hanteringen av förorenad mark inom projektet har uppskattats till cirka 2–5 år. Nedan har tidsplanen brutits ner till olika moment som ingår i processen.

Förberedelser (3-6 månader)

Under förberedelsefasen inleds en dialog med tillsynsmyndigheten gällande vilka anmälnings- och tillståndsbeslut som krävs för kommande arbeten. En övergripande strategi för planerade undersökningar och efterbehandlingar behöver tas fram. Olika typer av administrativa frågor kan behöva hanteras, t.ex. markåtkomst, ansvarsfördelning och avtal. Platsspecifika riktvärden tas fram och åtgärds mål beslutas i samråd med tillsynsmyndigheten.

Miljötekniska markundersökningar (6-18 månader)

Genomförande av kompletterande miljötekniska markundersökningar för att lokalisera och avgränsa förorening. Inför undersökningarna behöver provtagningsplan tas fram för att avgöra provtagningsmetodik, omfattning samt vilka ämnen och medier som behöver provtas. Dispens från vattenskydds föreskrifterna kan behövas om undersökningar ska genomföras inom vattenskyddsområde. Eftersom planområdet är stort är ett alternativ att genomföra undersökningarna etappvis. Efter genomförd provtagning tas en rapport fram där uppmätta halter jämförs mot aktuella riktvärden och en riskbedömning för området utförs. Även behov av kompletterande undersökningar utförs. Ett alternativ är att samordna undersökningarna med teknikområdena geoteknik och hydrogeologi för att effektivisera de fältundersökningar som krävs inom projektet.

Utredning av åtgärdsalternativ (3-6 månader)

Framtagande och jämförelse av olika saneringsmetoder beroende på föroreningarnas kemiska egenskaper, spridningsrisker och uppmätta halter. Bedömning av miljöpåverkan, kostnader och genomförbarhet utförs. Arbeta med framtagande av en mer detaljerad kostnadsuppskattning och tidsplan för efterbehandlingsåtgärderna. Arbeta med anmälan för planerade efterbehandlingsåtgärder, som därefter behöver hanteras och beslutas av tillsynsmyndigheten. Eventuella övriga tillstånd och dispenser behöver tas fram och hanteras inför planerade arbeten, t.ex. dispens från vattenskydds föreskrifterna.

Genomförande av efterbehandlingsåtgärder (12-24 månader)

Samordning med entreprenörer, tillsynsmyndighet och Enköpings kommun innan, under och efter genomfört arbete. Sanering genomförs etappvis per fastighet eller delområde.

Tidsåtgången beror till stor del på föroreningsgrad, val av metod och föroreningarnas utbredning. Löpande miljökontroll genomförs för att säkerställa att åtgärdsålet uppfylls.

Hantering av massor, transporter och återfyllnad behöver genomföras för projektet.

Uppföljning och avslut (3-6 månader)

Eventuell uppföljning av åtgärderna efter avslutad sanering, mycket beroende på val av saneringsmetod. Slutrapportering till tillsynsmyndigheten där genomförande av sanering, masshantering, transportdokument, återfyllnad och analysresultat vid miljökontroll ingår.

Uppfyllandet av åtgärdsmålen ska redovisas tillsammans med eventuella kvarlämnade föroreningar.

6 Referenser

Enköpings kommun, 2026. ÖP-kartan. Tillgänglig: <https://karta.enkoping.se/op/>

Lantmäteriet, 2025. Min karta. Tillgänglig: <https://minkarta.lantmateriet.se/>.

Länsstyrelsen Stockholm, 2025. Hantering av massor av sulfidförande berg. Tillgänglig: <https://www.lansstyrelsen.se/stockholm/samhalle/planera-bygga-och-bo/hantering-av-massor/hantering-av-massor-av-sulfidforande-berg.html#:~:text=Sulfidf%C3%B6rande%20berg%3A%20berg%20som%20har%20h%C3%B6gre%20halt%20sulfidf%C3%B6reningar%2C,till%20surt%20lakvatten%20orsakat%20av%20oxidation%20av%20sulfidmineraler.>

Länsstyrelserna, 2025. EBH-kartan – Karta över förorenade områden. Tillgänglig: https://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/lst_ebh_karta/

Scalgo, 2025. Scalgo live. Tillgänglig: <https://scalgo.com/live/sweden>

SGU, 2025a: Sverige Geologiska Undersökning. Bergartskemi. Tillgänglig: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-bergartskemi.html>

SGU, 2020b: Sverige Geologiska Undersökning. Enköpingsåsen. Tillgänglig: <https://resource.sgu.se/produkter/sgurapp/s2020-rapport.pdf>.

SGU, 2025c: Sveriges Geologiska Undersökning. Jordarter 1: 25 000–1:100 000. Tillgänglig: <https://resource.sgu.se/service/wms/130/jordarter-25-100-tusen>

SGU, 2025d: Sveriges Geologiska Undersökning. Jorddjupsmodell. Tillgänglig: <https://resource.sgu.se/service/wms/130/jorddjupsmodell>

SGU, 2025e: Sveriges Geologiska Undersökning. Sur sulfatjord – en potentiell miljöbov. Tillgänglig: <https://www.sgu.se/samhallsplanering/risker/sulfidjordar-en-potentiell-miljobov/>

VISS, 2025: Vatteninformationssystem Sverige. Enköpingsån. Tillgänglig: <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA63930917>