

Rapport

RISKBEDÖMNING GRUNDEVATTEN, ENKÖPINGS HAMN



Slutrapport

2026-03-27

Uppdrag: 355079 Riskbedömning grundvatten
Titel på rapport: RISKBEDÖMNING GRUNDVATTEN, ENKÖPINGS
HAMN
Status: Utkast
Datum: 2026-03-27

Medverkande

Beställare: Enköpings kommun
Samhällsbyggnadsförvaltningen
Kontaktperson: Tobias Viberg
Konsult: Linnea Ruderfelt, Cristina Frycklund, Marit Brandt
Uppdragsansvarig: Linnea Ruderfelt
Kvalitetsgranskare: Lena Tilly

Revideringar

Revideringsdatum: 2026-03-27
Version: 1

Sammanfattning

Kommunen har startat förstudier för att utreda förutsättningarna för en omvandling av Hamnområdet i Enköping. Området ligger nära kommunens dricksvattentäkt och därför har denna riskbedömning för grundvattenmagasinet i Enköpingsåsen varit ett av dessa första underlag.

Kommunens huvudvattentäkt är belägen invid området. Vattentäkten tar sitt vatten från grundvattenmagasinet i Enköpingsåsen. Grundvattenmagasinet förekommer även under delar av projektområdet för utveckling av Hamnen. Grundvattenmagasinet står i hydraulisk kontakt med Enköpingsån i projektområdets norra del. Det innebär att ett vattenutbyte mellan åsen och ån kan ske i detta område. Grundvattenmagasinet överlagras av tätande lerlager inom stora delar av projektområdet, varför aktiviteter vid markytan inte nödvändigtvis påverkar grundvattenmagasinet.

För att visa hur stadsutveckling kan påverka riskerna för vattentäkten har bedömningen delats upp i tre skeden; risker idag, risker under byggskede och risker vid ny markanvändning. Riskutredningen visar inte någon större skillnad i riskbild mellan nuvarande och framtida markanvändning. Risken för vattentäkten blir dock förhöjd under byggskedet.

Riskerna är starkt förknippade med var och hur markarbeten utförs i området samt val av grundläggningsmetod. Borring eller pålning ner genom leran utgör en risk i sig men öppnar också en spridningsväg för förorening från andra riskobjekt till grundmagasinet om det utförs felaktigt. Parallellt med denna utredning har möjliga geotekniska lösningar för området utretts. Då beslut om teknisk lösning ännu inte fattats har denna riskbedömning baserats på den kunskap som funnits att tillgå under perioden då utredningen tagits fram.

Även förstärkning och restaurering av kajer i områdets norra del kan innebära en risk i och med grundvattenmagasinets ytvattenkontakt i området. Vidare kan en kraftig förorening av ån, vid ogynnsamma förhållanden, orsaka förorening av grundvattenmagasinet.

Utöver försiktighetsmått vid markarbeten och beredskap för olyckor är god kännedom om vattentäkten och övervakning av grundvattenförhållandena viktiga för att kunna bedöma och undvika negativ påverkan på vattentäkten vid en eventuell exploatering.

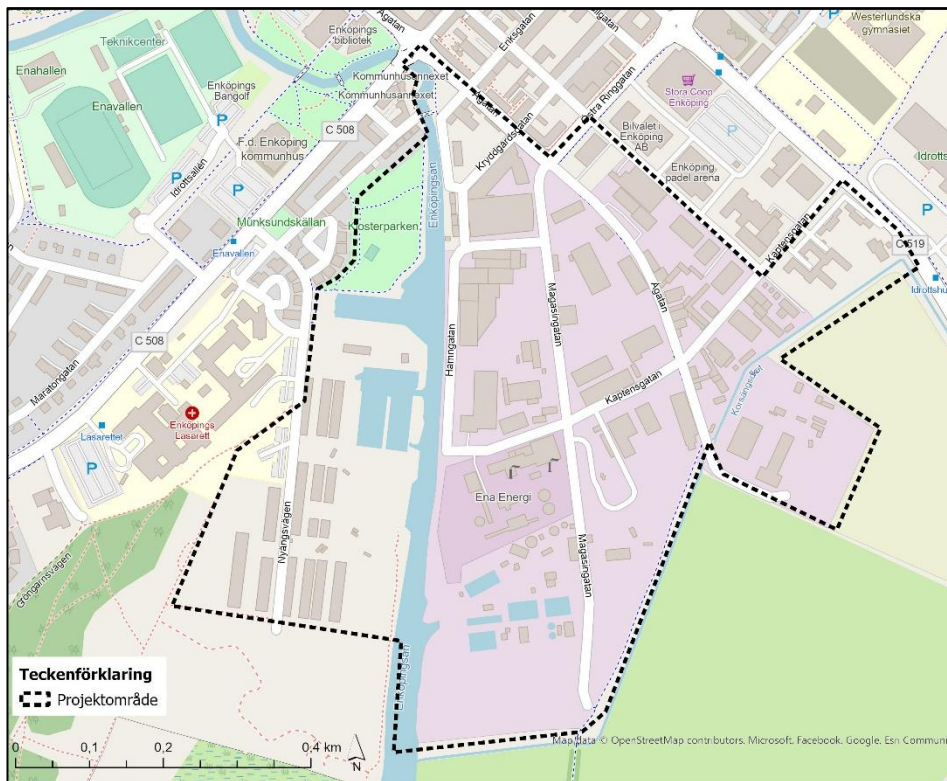
Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
1 Bakgrund och syfte	5
1.1 Stadsutveckling i Hamnområdet.....	6
1.2 Riskbedömningens genomförande och metodik.....	7
2 Projektområdets förutsättningar	8
2.1 Markanvändning	8
2.2 Geologi	8
2.3 Topografi	12
2.4 Grundvattenmagasinet Enköpingsåsen.....	12
2.5 Miljökvalitetsnormer	15
2.6 Geotekniska förhållanden	16
2.7 Vattenskyddsområde	16
2.8 Delområden i projektområdet	17
3 Riskinventering	18
3.1 Risker med befintlig markanvändning	18
3.2 Typrisker som tillkommer under byggtiden	23
3.3 Typrisker som tillkommer efter exploatering	24
4 Riskanalys	25
4.1 Utgångspunkter för riskanalysen.....	26
4.2 Riskbedömning	27
4.3 Generella rekommendationer.....	32
5 Riskhantering med förslag till skyddsåtgärder i bygg- och driftskede	33
5.1 Vattenskyddsområde med vattenskyddsföreskrifter	33
5.2 Skadebegränsande åtgärder vid markarbeten, grundläggning och jordförstärkning såsom pålning och vertikaldränering	35
5.3 Skadebegränsning vid åtgärder i ytvatten	36
5.4 Beredskap vid olyckor	37
5.5 Hydrogeologiska undersökningar vid vattentäkten	38
6 Referenser	39

1 Bakgrund och syfte

Enköping stad är till stora delar byggd på Enköpingsåsen där kommunens huvudsakliga vattentäkt ligger. Enköpings kommun planerar nu att utveckla Hamnområdet i Enköping, som också ligger i anslutning till Enköpingsåsen. Under delar av projektområdet återfinns åsmaterial under lager av postglacial lera och/eller fyllning.

Projektet syftar till att utreda förutsättningarna för en omvandling av projektområdet. Omvandlingen inom området innebär utveckling av bostäder, handel, aktiviteter, grönska, ökad vattenkontakt och bryggor. Det aktuella området är cirka 50,5 hektar stort, se Figur 1.



Figur 1. Projektområdet, markerat i svart.

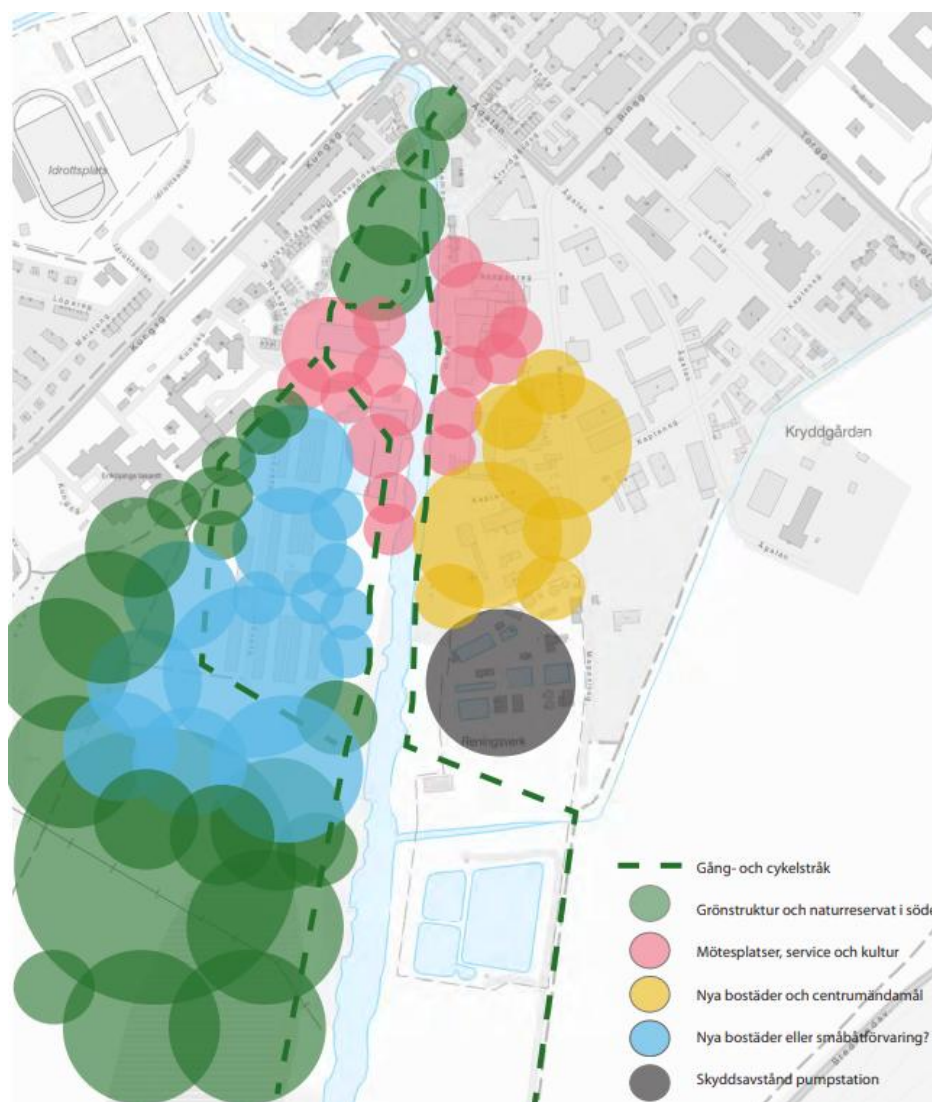
Det är av stor vikt att den fortsatta utvecklingen av staden sker utan risk för påverkan på grundvattenmagasinet i Enköpingsåsen och i förlängningen på kommunens dricksvattenförsörjning.

Eftersom Hamnområdet ligger i ett område med hög känslighet enligt kommunens grundvattenkänslighetskarta ska en riskbedömning göras. Stadsutvecklingen är i förstudieskede och riskbedömningen görs efter de preliminära planer som finns för området. Om det visar på höga risker ska

bedömningen inkludera relevanta skyddsåtgärder som behöver vidtas för att minska risken. Detta har Tyréns fått i uppdrag att utreda.

1.1 Stadsutveckling i Hamnområdet

I dagsläget finns inget beslut om hur den framtida markanvändningen ska vara i området, men i Figur 2 ses en vision för området, enligt Enköping kommuns fördjupade översiktsplan.



Figur 2. Vision av hur området skulle kunna tänkas planeras från kommunens översiktsplan. Grönstråket mellan Fisktorget, Klosterparken och naturområdet Gröngårnsåsen-Dyarna lyfts fram som viktigt att koppla samman. Om kraftvärmeverket flyttas skulle de gamla hamnverken och andra industribyggnader kunna omvandlas till bostäder och centrumändamål. Hur långt söderut denna utveckling kan ske är beroende av pumpstationens skyddsavstånd. Småbåtshamnen föreslås fortsatt vara ett positivt inslag i miljön. Båtförvaringen föreslås ligga kvar på befintlig plats eller flyttas till en plats nedströms ån.

1.2 Riskbedömningens genomförande och metodik

Riskbedömningen omfattar både byggskede och driftskede/framtida markanvändning. Kommunen önskar också kunna jämföra risker i nuvarande markanvändning med framtida markanvändning. Riskbedömningen har därför gjorts i tre delar för de olika skedena.

Riskbedömning nuläge	Riskbedömning byggskede	Riskbedömning framtida markanvändning
•Riskinventering av befintliga verksamheter	•Beskrivning av typrisker	•Beskrivning av typrisker

I dagsläget finns ingen redovisning av hur den framtida markanvändningen planeras i de olika områdena. I detta skede är riskbedömningen för byggskede och framtida markanvändning därför baserad på typrisker¹. De skadehändelser som identifierats beskrivs, men de kan inte alltid kopplas till en specifik plats inom området.

Riskbedömningen har utgått från befintligt underlag. Parallellt med riskutredningen har dock andra konsulter sammanställt befintlig information om bland annat geotekniska förhållanden och miljötekniska markundersökningar i området. Avstämningar har hållits med de andra konsulterna så att relevant information även beaktats i riskbedömningen.

Utredningen har geografiskt avgränsats till projektområdet i Figur 1.

Riskbedömningen har utgått från Enköpings kommuns "Instruktion riskbedömning grundvatten, reviderad 2025-09-12. Riskbedömningen delas där in i fyra delar:

Del 1. Beskrivning av geotekniska och hydrogeologiska förhållanden på platsen.

Förhållanden inom projektområdet beskrivs i kapitel 2 .

Del 2. Riskinventering.

Riskinventeringen omfattar befintliga risker och skadehändelser och typrisker som förändringar i markanvändningen kan medföra.

Del 3. Riskanalys (sannolikhet och konsekvens av en skadehändelse).

¹ Typrisker är generaliserade risker som vanligtvis förekommer vid en viss verksamhet eller vid viss markanvändning.

Risakanalysen består av bedömning av sannolikheten att en skadehändelse sker och att den ger påverkan på grundvattenmagasinets kvalitet eller kvantitet samt bedömning av vilken konsekvens skadehändelsen leder till, som en följd av mängd och farlighet hos utsläppta ämnen.

Del 4. Riskhanteringsdel med förslag till skyddsåtgärder.

Enligt kommunens metodik ska riskreducerande åtgärder vidtas om risken är måttlig eller större. Riskreducerande åtgärder syftar till att antingen begränsa skada eller förebygga skada. Relevanta åtgärder avgörs från fall till fall men riskklassningen ger en fingervisning om hur omfattande de behöver vara.

2 Projektområdets förutsättningar

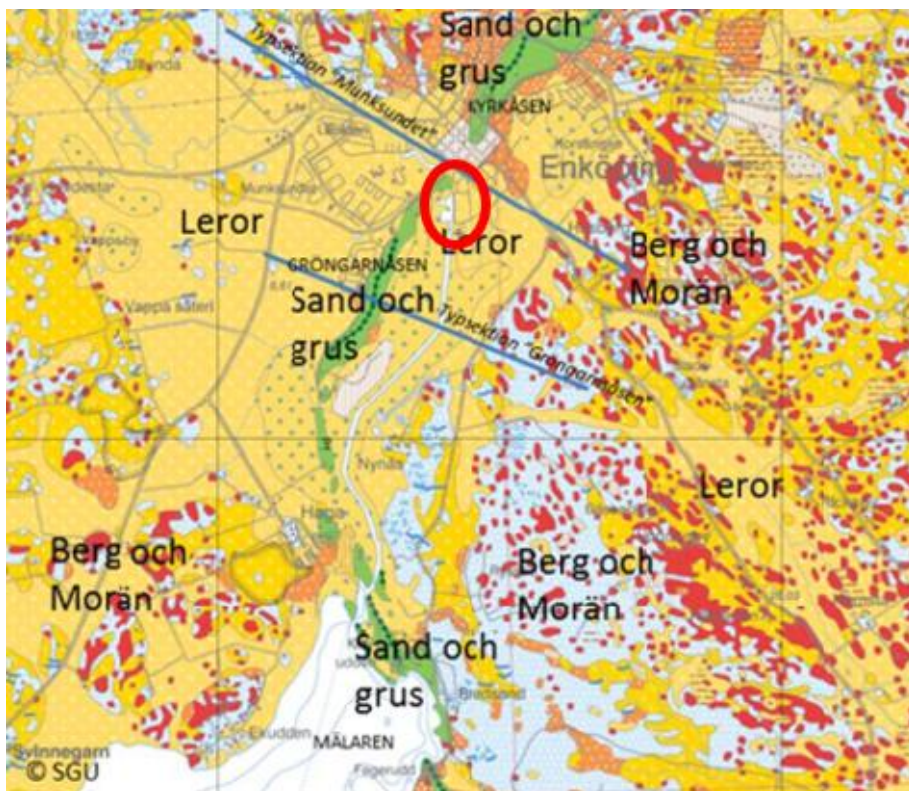
2.1 Markanvändning

Projektområdet omfattar hamnområden på båda sidor om Enköpingsån och kringliggande verksamhetsområden. I dagsläget består markanvändningen på åns västra sida i huvudsak av parkområde med småbåtshamn samt lagerlokaler och ställplatser för båtar. Öster om ån finns ett äldre industriområde med diverse verksamheter som fjärrvärmeverk, återvinningscentral, bilskrot och handelsplats. På östra sidan finns även en gästhamn.

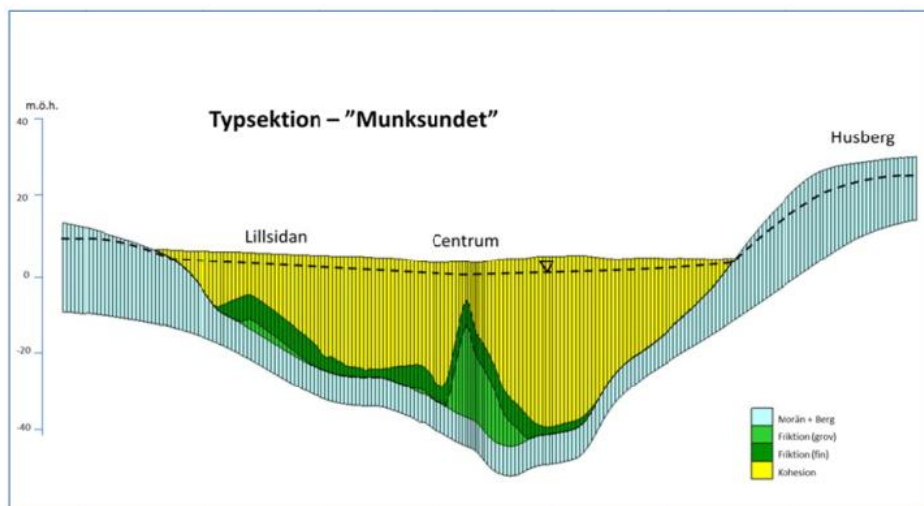
2.2 Geologi

Isälvsavlagringen Enköpingsåsen, från vilken bland annat Enköpings kommuns huvudvattentäkt vid Munksundet tar sitt vatten, löper i nord-sydlig riktning genom Enköpings tätort. Enköpingsåsen är den största grundvattentillgången i Enköpings kommun.

Jordlagren i markytan runt åsen domineras av lera i svackor och berg och morän på höjderna runt omkring, se Figur 3. Lokalt i vissa lägen omges isälvsmaterialen av postglacial sand. I Figur 4 ses typsektionen "Munksundet" som ligger strax norr om den röda ringen i Figur 3.



Figur 3. Jordartskarta över Enköpingsåsen, projektområdet är inringat i rött (Figur från Geosigma 2012). Grönt= isälvsmaterial, gult= lera, orange= sand, rött=berg i dagen.

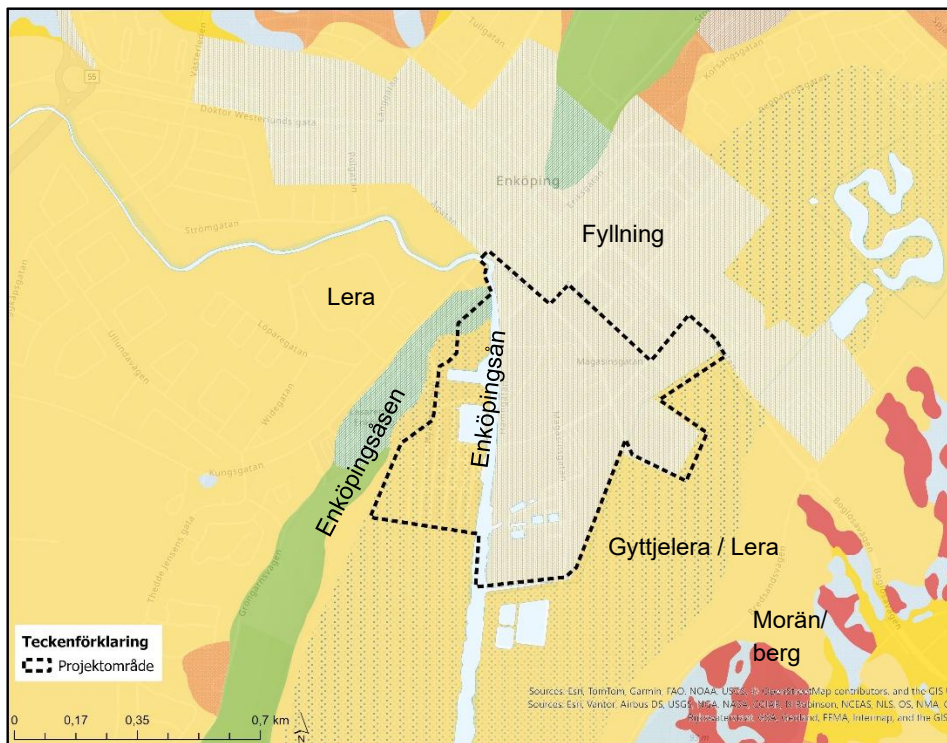


Figur 4. Genomsnitt av geologin strax norr om projektområdet (Figur från Geosigma 2012). Enköpingsåsens isälvsmaterial syns i grönt, omgivet av lerlager (gult). Förhållandena är liknande inom projektområdet, dock är lerlagren som överlagrar åsen inte lika mäktiga som på denna bild.

2.2.1 Geologi inom projektområdet

I anslutning till projektområdet går inte åsens isälvsmaterial i dagen utan överlagras av fyllning enligt SGU:s jordartskarta², se Figur 5. I flera av undersökningpunkterna som redovisas i SGU:s jordlagerföljder karteras endast lera, även där jordartskartan visar fyllning.

Vid Enköpingsån överlagras isälvsmaterialen av postglacial lera och gyttjelera. Inom projektområdet dominerar gyttjelera i de ytliga lagren. Sulfidhaltig lera har påträffats på flera platser³.



Figur 5 Jordartskarta med projektområdet för ny stadsdel vid hamnen, SGU:s kartvisare för jordarter 1:25 000 - 1:100 000.

Lerlagrens mäktighet förväntas öka österut från åsen. På åns västra sida varierar mäktigheten och är svår att bedöma då det finns få undersökningar som gjorts till större djup än cirka 5 meter. Invid ån finns undersökningar som visar lerlager med mäktighet på över 10 meter. Det finns dock uppgifter om hydraulisk kontakt mellan Enköpingsåsen och ån i närheten av kommunens vattentäkt, vilket indikerar att isälvsmaterialen har kontakt

² Större delen av området där endast fyllning överlagras isälvsmaterialen ligger utanför projektområdet. Då jordartskartan har en noggrannhet på 50 meter kan isälvsmaterial under fyllning även förekomma inom projektområdet.

³ När sulfidlera syresätts kan pH sjunka drastiskt. Detta kan bl. a. leda till stor utlakning av metaller och kan påverka löslighet hos andra föroreningar.

med ån i det området. Vid undersökning av vattentäkten vid Munksundet konstaterades att grundvatten strömmat ut i ån (VBB, 1962) i höjd med vattentäkten. SGU (2010) beskriver också att vattentäktens kapacitet bedöms större än grundvattenbildningen i området. Inducerad infiltration av ytvatten kan förklara den större kapaciteten. Var ytvattenkontakt bedöms finnas enligt SGU:s grundvattenmagasinskarta visas i Figur 6.

Enligt SGU:s kartvisare (för jorddjup) är jorddjupet är skattat till 20-30 meter längs åsen, med något mindre jorddjup i området vid klosterruinen. Jorddjupet vid småbåtshamnen, samt på östra sidan ån uppgår till 30-50 meter.

På östra sidan om ån utgörs de ytliga jordlagren av fyllning. Under fyllningen påträffas lera med mäktigheter på upp till 30 meter. Friktionsjordarter förekommer under leran på flera platser men det har inte undersökts närmare om det rör sig om isälvsmaterial eller morän. SGU har bedömt att grundvattenmagasinet i Enköpingsåsen även förekommer under leran på östra sidan ån, se kapitel 2.4 samt Figur 6.

2.2.2 Geologisk sårbarhet

Föroreningar transporteras olika snabbt genom olika jordarter. Generellt ger därför geologin en fingervisning om hur lätt ett grundvattenmagasin som Enköpingsåsen kan förorenas av ett utsläpp eller spill på markytan.

I Enköpingsåsens isälvsmaterial (sand och grus) är transporten snabb. Där isälvs materialet återfinns i markytan kan föroreningar därför relativt lätt infiltrera till grundvattnet.

Lera och finkorniga jordarter är inte lika genomsläppliga som isälvs materialet. Mäktiga lerlager på grundvattenmagasinet ger ett geologiskt skydd genom att de ger en viss tätande effekt. Föroreningar kan fortfarande röra sig ner genom leran till grundvattenmagasinet, men transporttiden är lång. Det krävs mäktigheter på ett flertal meter för att leran ska ge ett sådant skydd, bland annat för att torrskorpan i den övre delen av ett lerlager kan ha sprickor där föroreningar kan tränga ner. Lerans mäktighet kan variera och jordartskartan är en generalisering av kända data. I fall där det är viktigt att veta lerans mäktighet kan det finnas behov av kompletterande undersökningar.

Fyllning kan bestå av olika jordarter vilket gör att det inte går att generellt säga hur förhållandena ser ut i områden med fyllning. Markundersökningar kan visa på fyllningens egenskaper, men egenskaperna kan variera kraftigt lokalt.

2.3 Topografi

Inom projektområdet på åns västra sida sluttar markytan österut (mot ån). Enköpingsåsens höjdrygg ligger strax väster om området. Markytan i åsen vid lasarettet ligger på cirka + 6 meter och stiger till som högst + cirka 10 meter⁴ strax norr därom. Därifrån sluttar åsen mot Enköpingsån. Markytans höjd vid Enköpingsån är cirka +2 meter⁴. På östra sidan ån är markytan flack med svag lutning mot ån. Höjden är runt +2 meter⁴.

Den ytliga avrinningen sker huvudsakligen till Enköpingsån från både områdena öster och väster om ån. Den låglänta topografin medför ökad risk för översvämning. Enligt Enköping kommuns fördjupade översiktsplan kan hamnområdet och byggnaderna inom de områden som riskerar att påverkas av översvämning antingen skyddas genom invallning, höjd marknivå, höjd kajkant eller upphöjda byggnader. Parallellt med denna riskutredning har WRS utrett översvämningens risker i området (Översvämningens utredning för Enköpings Hamn 2026)

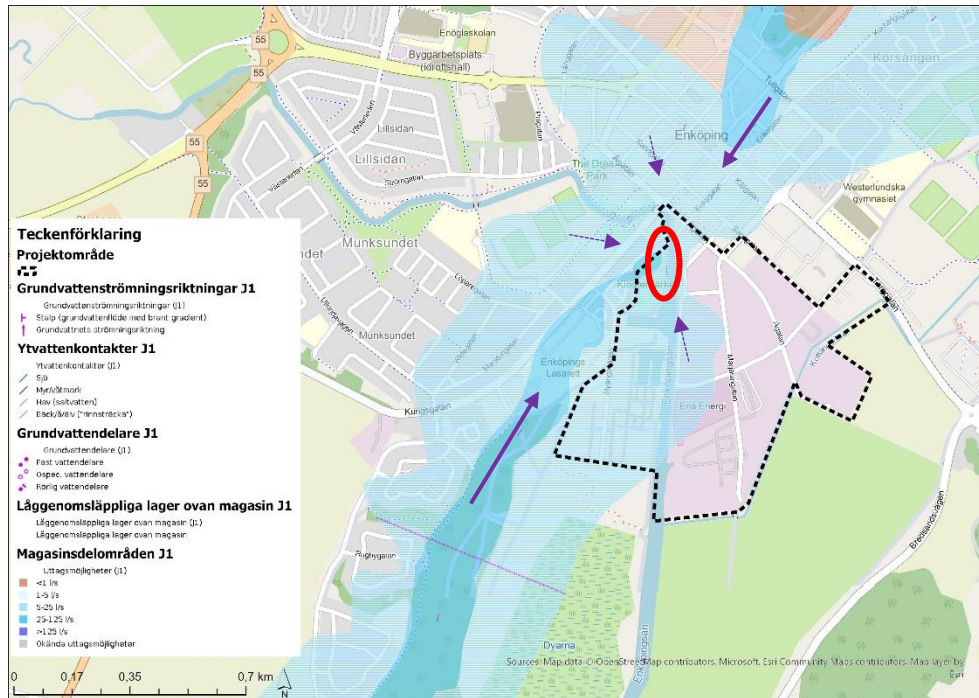
2.4 Grundvattenmagasinet Enköpingsåsen

Grundvattenmagasinet i Enköpingsåsen är den största grundvattentillgången i Enköpings kommun. Uttagsmöjligheterna varierar i olika delar av åsen. I anslutning till projektområdet och söderut mot Mälaren har åsen utmärkta eller ovanligt goda uttagsmöjligheter, i storleksordningen 25-125 liter/sekund. Det är också i denna del av åsen som kommunens huvudvattentäkt är belägen. De höga uttagsmöjligheterna i denna del av grundvattenmagasinet förklaras av förmodat tillskott av ytvatten från Svinnegarnsviken och Enköpingsån i samband med uttag (inducerad infiltration).

2.4.1 Grundvattenförhållanden inom projektområdet

Grundvattenmagasinet i Enköpingsåsen återfinns under leran inom delar av projektområdet, främst i områdets norra delar och på västra sidan av Enköpingsån, se Figur 6.

⁴ RH2000, Mälarens nivå är cirka +0,8 m i RH 2000.



Figur 6 Grundvattenmagasinets utbredning inom projektområdet, SGU:s kartvisare för grundvattenmagasin (wms). Utbredningen motsvarar de områden som har "hög känslighet" enligt kommunens känslighetskarta. Inom projektområdet överlagras grundvattenmagasinet av låggenomsläppliga lager av lera. Området där SGU redovisar ytvattenkontakt med grundvattenmagasinet visas med röd ring. Pilar för grundvattenströmning har lagt till för ökad tydlighet.

Vid Fisktorget korsar Enköpingsån åsen och gör en skarp sväng söderut. Där åsen korsar ån förmodas det finnas hydraulisk kontakt mellan åsen och ån, det vill säga att vattenutbyte mellan åsen och ån kan ske, se Figur 6. SGU redovisar att grundvattenmagasinet har kontakt med ytvatten på västra sidan ån, i höjd med Fisktorget. Beroende på vattennivåerna kan antingen ytvatten infiltrera till åsen eller grundvatten strömma ut i ån. Enligt underlag sker infiltration av vatten från Enköpingsån till grundvattenmagasinet vid Munksundet vid ett uttag som överskrider cirka 75 l/s (VBB, 1962).

Enligt SGU:s karta över grundvattenmagasin strömmar grundvattnet norrut från Lasarettet, mot vattentäkten i Munksundet. Även på åns norra sida är grundvattenströmningen mot vattentäkten (söderut). Enligt en undersökning från 2012 ligger vattennivån i ån lägre än grundvattenytans nivå (Geosigma, 2012). Det indikerar att vid detta tillfälle kan grundvatten strömma ut i ån, både norrifrån och söderifrån.

Kommunens vattentäkt är belägen i området där åsen korsar ån. Inom projektområdet är grundvattnets strömningsriktning i åsen mot kommunens

vattentäkt. Detta förstärks ytterligare i vattentäktens närområde där pumpningen vid vattentäkten orsakar avsänkning av grundvattennivåerna.

I de delar av grundvattenmagasinet som överlagras av mäktiga lerlager ligger grundvattentrycknivån i leran, någon eller några meter under markytan. Det förekommer även lokalt ett övre grundvattenmagasin i fyllningen. Nivåmätningar i ytliga grundvattenrör speglar därför sannolikt inte grundvattennivån i Enköpingsåsen.

Söder om projektområdet (mellan reningsverket och Nynäsgränd) har artesiska förhållanden påträffats, det vill säga att grundvattnets trycknivå är över markytan (Sweco, 2019).

2.4.2 Grundvattnets sårbarhet

Som beskrivits i kapitel 2.2.2 ovan beror grundvattenmagasinets sårbarhet bland annat på geologiska förhållanden.

Enköpings kommun har en känslighetskarta för Enköpingsåsen. I kartan delas åsens tillrinningsområde in i olika känslighetszoner. Enligt kartan består projektområdet av mark med låg, hög samt extremt hög känslighet, se Figur 7. Känslighetskartans område för hög eller extrem känslighet i området sammanfaller med grundvattenmagasinets utbredning under området enligt SGU:s karta över grundvattenmagasin (SGU, 2025).



Figur 7. Grundvattnets känslighet i området, från Enköpings kommuns kartvisare. I kartan visas inte områden med extrem känslighet av sekretesskäl.

I det aktuella området är motivet till klassningen hög känslighet att marken utgörs av ”lera med mäktighet större än 5 meter som överlagrar

isälvsmaterial och som avvattnas mot områden i klass extrem (känslighetsklass hög b), Rejlers 2024).

Eftersom det finns kontakt mellan grundvattenmagasinet och Enköpingsån kan även föroreningar i ån vid ogynnsamma förhållanden nå grundvattnet. Vid ett spill eller läckage som primärt hamnar i dagvattenssystemet finns stor sannolikhet att merparten avleds till Enköpingsån. Ytvattenkontakten har bedömts finnas i norra delen av området. Detta innebär att ett utsläpp till dagvatten som avleds till projektområdets södra delar innebär en lägre risk för grundvattentäkten i Enköpingsåsen.

I ån sker utspädning, samt transport nedströms, vilket gör att denna spridningsväg innebär lägre risk än direkt förorening i grundvattenmagasinet.

En viktig aspekt att beakta är att om en förorening väl nått grundvattenmagasinet är det mycket svårt att åtgärda. Därav är det viktigt att undvika detta och att snabbt sanera eller hindra spridning om olyckan är framme.

2.5 Miljökvalitetsnormer

Enköpingsåsen är en grundvattenförekomst enligt VISS (WA92594556). Den kvantitativa statusen är god medan den kemiska statusen är klassad som otillfredsställande på grund av tri- och tetrakloreten. De beslutade miljökvalitetsnormerna för Enköpingsåsen är god kvantitativ och kemisk status med tidsfrist till år 2027 för den kemiska statusen.

Även Enköpingsån är en vattenförekomst (WA63930917). Ån har måttlig ekologisk status på grund av näringsämnen, särskilt förorenande ämnen (arsenik, koppar, ammoniak och nitrat), konnektivitet och morfologi. Enköpingsån uppnår inte god kemisk status på grund av "överallt överskridande ämnen" (kvicksilver och polybromerade difenyletrar) samt på grund av att halter över gränsvärden uppmätts för antracenen, PFOS, benso(a)pyren och tributyltenn.

De beslutade miljökvalitetsnormerna för Enköpingsån är måttlig ekologisk status till år 2033 samt god kemisk status med tidsfrist till år 2027.

Anledningen till att miljökvalitetsnormen för ekologisk status endast är måttlig är att ett undantag gjorts för näringsämnen då påverkan från jordbruk och andra uppströms liggande verksamheter bedömts vara alltför stor. Tidsfristen till 2027 för kemisk status beror på förekomsten av PFOS.

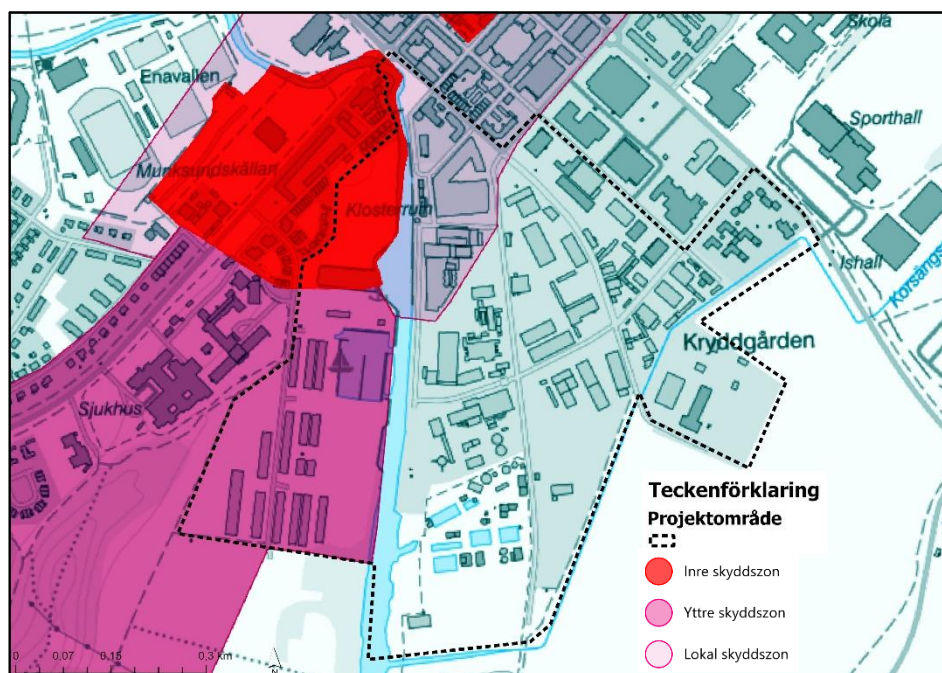
En verksamhet eller åtgärd får inte äventyra möjligheten att uppnå gällande miljökvalitetsnormer.

2.6 Geotekniska förhållanden

Samtidigt som denna utredning görs har Rejlers ett uppdrag att sammanställa geotekniska förutsättningar och föreslå geotekniska åtgärder för exploateringen. För detaljerade beskrivningar av utförda geotekniska markundersökningar och vad dessa visar hänvisas till Rejlers rapport.

2.7 Vattenskyddsområde

Projektområdet ligger delvis inom vattenskyddsområde för Munksundet, Vånsjöbro och Nygård beslutat av Länsstyrelsen 1997-02-10, se Figur 8. Vattenskyddsområdet utgör en befintlig riskreducerande åtgärd som reglerar viss markanvändning och vissa åtgärder som bedöms utgöra en risk för vattentäkten vid Munksundet. Vattenskyddsområdets utbredning visar vad som bedömts vara sårbara områden och föreskrifternas utformning antyder vilka verksamheter/åtgärder som är riskfyllda för vattentäkten. Dessa avvägningar har sannolikt gjorts när området och föreskrifterna togs fram varför det i dagsläget kan finnas andra risker eller sårbara områden att ta hänsyn till vid exploatering.



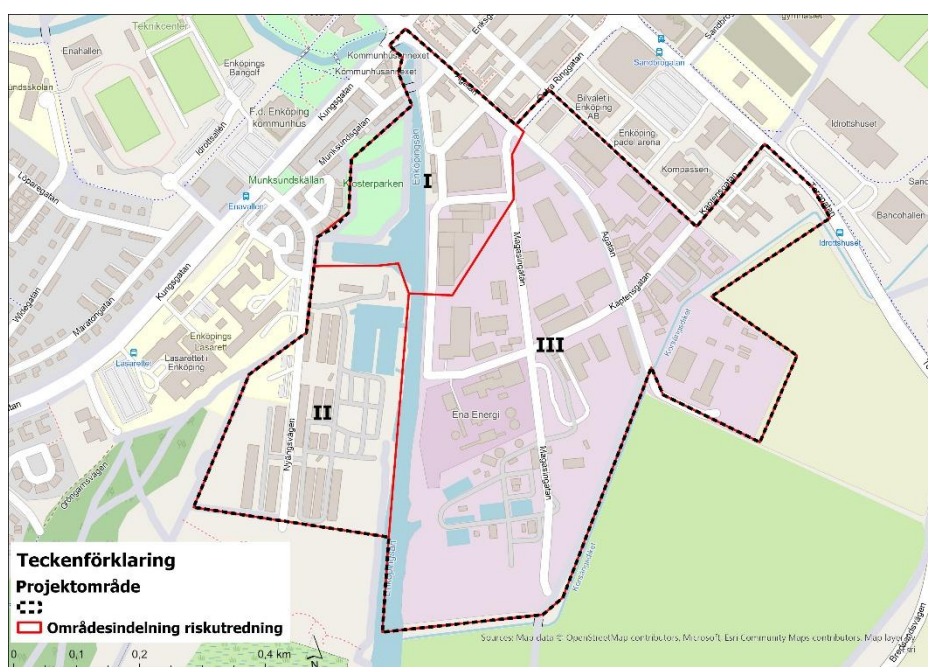
Figur 8. Vattenskyddsområde för vattentäkten i Enköpingsåsen.

Syftet med vattenskyddsområdet är att förhindra verksamhet som kan medföra risk för förorening av kommunens vattentäkter. Skyddsområdet är indelat i brunnsområden, inre skyddsområden och yttre skyddsområde. I brunnsområden får enbart vattentäktsverksamhet bedrivas. I inre och yttre

skyddszon finns olika restriktioner för vilka verksamheter som får förekomma och hur dessa får bedrivas. En centralt belägen del av den yttre skyddszone inom Enköpings stad har avsatts som lokal skyddszon. För den lokala skyddszone gäller särskilda regler avseende "täktverksamhet och andra markarbeten". I övrigt gäller samma regler för lokal skyddszon som för yttre skyddszon.

2.8 Delområden i projektområdet

Som beskrivits ovan är lerans mäktighet inom projektområdet mycket stor på östra sidan ån. För att nyansera känslighetsbedömningen beskrivs tre olika delområden nedan, se även Figur 9.



Figur 9. I riskbedömningen delas projektområdet i dessa tre områden.

Område I: utgörs av de delar av projektområdet som ligger inom vattenskyddsområdets inre respektive lokala skyddszon. I detta område förekommer områden där grundvattenmagasinet överlagras av fyllning i stället för tätande lerlager (områden med extrem känslighet enligt känslighetskartan återfinns här). Det är även inom detta område som SGU och tidigare utredningar visar på kontakt mellan grundvattenmagasinet och Enköpingsån. Här kan områden med tunnare lerlager förekomma.

Område II: utgörs av de delar av projektområdet som ligger inom vattenskyddsområdets yttre zon. Här överlagras grundvattenmagasinet av

lera. Det finns få jorddjupsobservationer så hur lerans mäktighet varierar i området är inte känt.

Område III: ligger utanför vattenskyddsområdet. Leran överlagras av fyllning i området. Under leran förekommer lager med isälvsmaterial i området närmast ån. Längre österut förekommer sannolikt morän, under leran, som kan stå i kontakt med grundvattenmagasinet.

3 Riskinventering

3.1 Risker med befintlig markanvändning

Det aktuella området består i dagsläget till största delen av industriområde i form av bland annat småbåtshamn, handel och kraftvärmeverk men även bostäder och parker förekommer.

Inom **område I**, se Figur 9, finns främst parkmark på västra sidan ån och områden med parkmark och verksamheter på åns östra sida. Ågatan är den största vägen inom delområdet. Det förekommer även mindre vägar för transport inom området. Inom område I finns 6 MIFO-objekt med ett objekt på åns västra sida och övriga på åns östra sida. Vid Hamngatan finns också ett område där brandsläckningsinsats skett, se Figur 11. Inom område I finns en muddrad småbåtshamn som sträcker sig cirka 100 meter ut från ursprunglig å-fåra i riktning mot åsen och med okänt lerlagerdjup ned till underliggande åsmaterial.

Dagvattenavrinningen från området (båda sidor om ån) sker till Enköpingsån och utsläppspunkterna ligger i anslutning till det område där SGU redovisar att yt- och grundvattnet står i kontakt med varandra.

Område II omfattar området kring båthamnen med uppställningsplatser och lagerlokaler. Här sker underhåll och tvätt av båtar. Vägen inom området leder endast till småbåtshamnen. Även här sker avrinning till Enköpingsån. Hamnen har historiskt muddrats vid behov för att upprätthålla funktionen. Senaste muddring skedde under 1980-talet. Återkommande underhåll i form av rensning sker vid behov även nu.

I området har den tidigare varvsverksamheten identifierats som ett potentiellt förorenat område men har inte undersökts vidare.

I **område III** finns handelsplatser och några större miljöfarliga verksamheter såsom fjärrvärmeverket. I området finns ett flertal objekt med potentiellt förorenad mark. Dagvattnet avleds till Enköpingsån. I områdets norra del

avleds vattnet via område I till den del av Enköpingsån som står i hydraulisk kontakt med grundvattenmagasinet.

3.1.1 Bebyggelse

Befintlig bebyggelse ligger inom verksamhetsområde för kommunalt spill-, dricks- och dagvatten. Läckor och otätheter i ledningarna kan leda till diffust läckage av spillvatten som kan rinna ut i omgivande mark och nå grundvattnet.

Dagvatten från körytor, gator, vägar, lastzoner och parkeringar kan innehålla föroreningar från trafik såsom oljespill och partiklar. Takytor och andra byggnadsrelaterade ytor kan föra med sig metaller, organiska ämnen och andra föroreningar via dagvatten.

Borrhål, exempelvis energibrunnar, utgör en potentiell spridningsväg för föroreningar till grundvatten. Om spill eller läckage sker i anslutning till borring eller drift kan föroreningar transporteras genom borrhålet till grundvattnet.

Risker förknippade med bebyggelse bedöms främst vara:

- Brand i byggnad som leder till utsläpp av förorenat släckvatten
- Utsläpp av dagvatten
- Brott på avloppsledning
- Avsköljning av föroreningar från hårdgjorda ytor
- Energibrunnar

3.1.1.1 Småbåtshamn

Risker förknippade med småbåtshamnen bedöms främst vara:

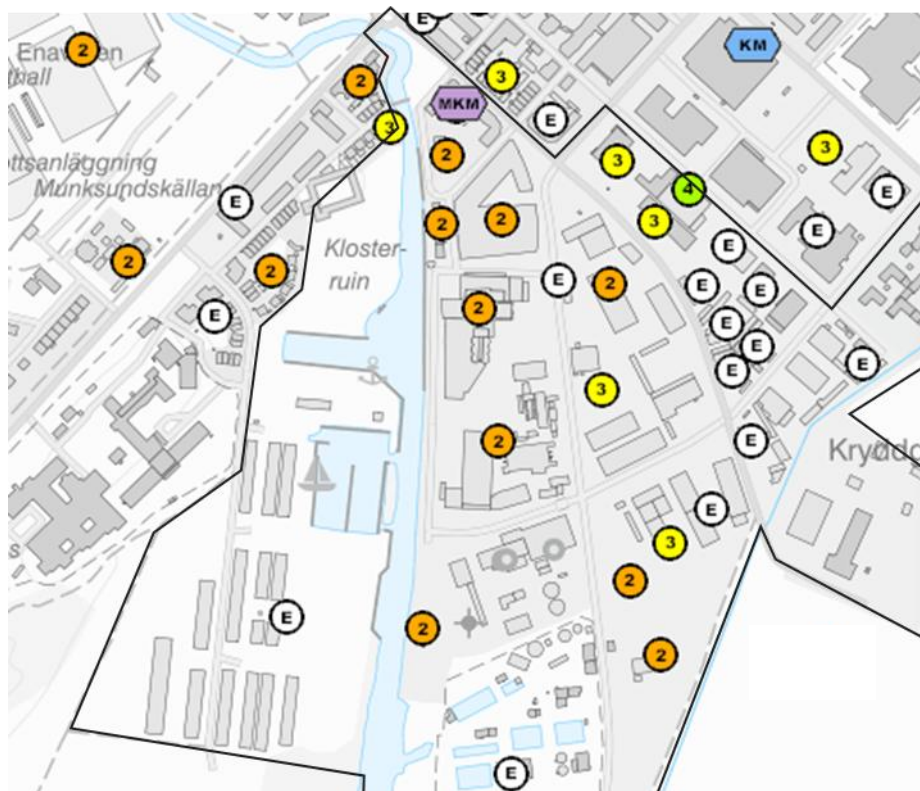
- Spill/läckage av petroleumprodukter vid hantering.
- Större olycka vid tankstation för båtar (container vid Enköpingsån)
- Brand i byggnad som leder till utsläpp av förorenat släckvatten
- Utsläpp av förorenande ämnen från båttvätt/underhåll av båtar.

3.1.2 Förorenade områden

I området förekommer även potentiellt förorenade platser. Några av dem är endast identifierade, men huvuddelen av dem är även riskklassade, se Figur 10. Riskklassningen är en översiktlig bedömning av de risker för människors hälsa och miljön som det potentiellt förorenade området kan innebära i dag och i framtiden. Även om riskklassningen inte syftar till att bedöma risk för grundvattenpåverkan så kan den i kombination med

klassningen av grundvattnets sårbarhet ge vägledning till bedömningar i utredningen.

Parallellt med denna riskutredning har Rejlers sammanställt befintlig information om markföroreningar i området. För mer detaljerad information om föroreningar och potentiell föroreningsspridning hänvisas till deras rapport. I denna riskbedömning görs en översiktlig bedömning utifrån EBH-stödets⁵ redovisning av förorenade områden.

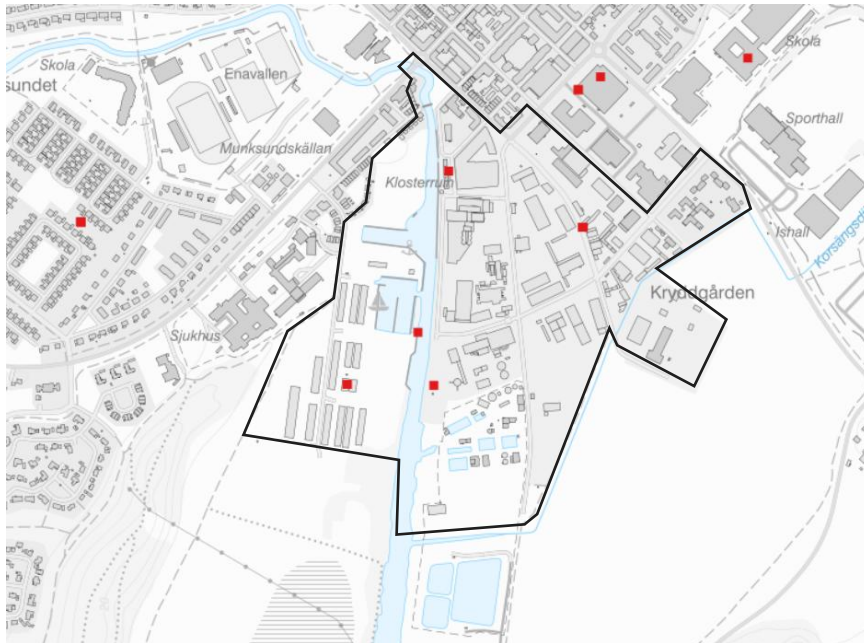


Figur 10 Identifierade potentiellt förorenade platser (LST Uppsala, potentiellt förorenade områden, EBH-stödet). Riskklass 1 betyder mycket stor risk, riskklass 2 stor risk, riskklass 3 måttlig risk och riskklass 4 liten risk. MKM innebär att området är sanerat och uppfyller mindre känslig markanvändning. E betyder att riskklass saknas.

Dessutom förekommer brandsläckningsplatser med risk för PFAS i området, se Figur 11. Vid brandbekämpning används stora mängder vatten som ofta blandas med skum eller kemikalier. Detta släckvatten kan

⁵ Efterbehandlingsstödet är en databas för information om länsstyrelsernas inventeringar av förorenade objekt. Objekt identifieras och riskklassas för att bedöma deras omgivningspåverkan och som en grund för prioritering av efterbehandlingsåtgärder.

innehålla föroreningar från både brandmaterial och tillsatta släckmedel⁶. Om släckvatten infiltrerar marken finns risk att föroreningar når grundvattnet.



Figur 11. Platser med brandsläckningsinsats enligt Enköpings ÖP-karta.

Risker förknippade med förorenade områden är främst:

- Kontinuerligt läckage av föroreningar.
- Spridning av förorenande ämnen vid schaktarbeten/pålning.

3.1.3 Industriområde och verksamheter

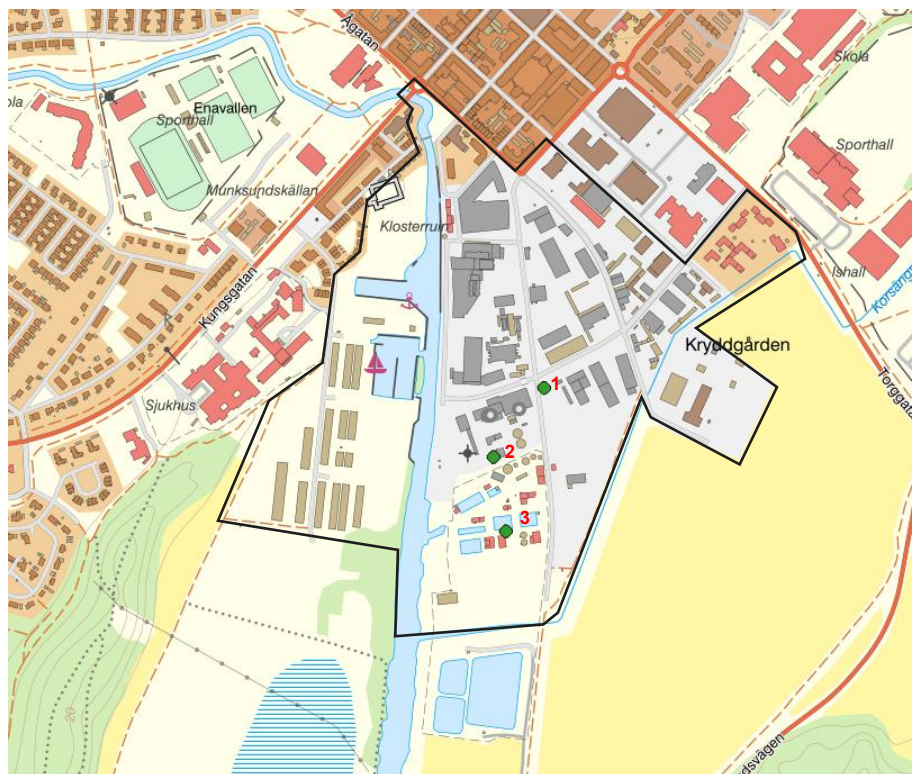
Inom projektområdet finns tre befintliga större tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter (B-verksamheter). Dessa redovisas i Figur 12 och Tabell 1. Utöver dessa finns mindre C- och U-verksamheter.⁷

Vid verksamheter hanteras olika kemikalier och transporter sker till och från verksamheten. Där så sker i stor utsträckning är verksamheterna ofta prövade mot miljöbalken och har villkor att följa. Risker kan föreligga om

⁶ PFAS (per- och polyfluorerade ämnen) från brandskum, Metaller och organiska ämnen från byggmaterial och brännbara produkter, Oljor och petroleumprodukter från fordon och maskiner.

⁷ Miljöfarliga verksamheter delas in i klass A-C eller U beroende på hur omfattande prövning som krävs för att få bedriva dem. A är högsta klassen som kräver tillstånd i mark- och miljödomstol. U-verksamheter behöver inte anmälas eller tillståndsprövas.

verksamheten har svårt att följa villkoren eller utsläppskraven. De största riskerna med denna typ av markanvändning är dock brand, större olyckor och spill/läckage av förorenande ämnen. Även om detta är sällanhändelser kan påverkan bli stor.



Figur 12. Större tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter (klass B) inom projektområdet.

Tabell 1. Tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter.

Objekt	Verksamhet
1. Återbruket Enköping	Återvinningsverksamhet med insamling/lagring av farligt avfall.
2. Kraftvärmeverk (Ena Energi)	Samförbränningsanläggning där icke-farligt avfall förbränns.
3. Enköpings avloppsreningsanläggning	Avloppsreningsverk för Enköpings stad (> 2 000 personekvivalenter) <i>Byggnation av nytt avloppsreningsverk pågår och verksamheten på platsen kommer att göras om till en avloppspumpstation.</i>

Då avloppsreningsverket kommer att avvecklas har verksamheten inte inkluderats i riskanalysen. Risker förknippade med industrier och verksamhet bedöms främst vara:

- Spridning av förorenande ämnen från verksamhet på grund av olycka.

- Brand i byggnad som leder till utsläpp av förorenat släckvatten.

3.1.4 Trafik och transporter

Enköpings kommun är väghållare för alla vägar inom området. Ingen väg är rekommenderad väg för transport av farligt gods. Dock förekommer troligen transport av farligt gods till och från industriområdena. Trafikolyckor kan utgöra en betydande risk för grundvattnet i områdena med hög och extrem känslighet. Vid olyckor med fordon som transporterar farligt gods, drivmedel eller kemikalier finns risk att ämnen läcker ut, vilket kan leda till förorening av grundvattnet. Läckage av bränsle och hydraulolja kan uppstå från bilar och arbetsfordon men även vid sabotage, obehöriga ingrepp eller vid försök att stjäla drivmedel. Petroleumprodukter kan vara svåra att sanera och kan ge kvarstående risker för dricksvattenkvaliteten under lång tid.

Risker förknippade med trafik och transporter bedöms främst vara:

- Olycka som leder till spill/läckage av förorenande ämnen (till exempel hydraulolja).
- Olycka med farligt gods som leder till utsläpp av förorenande ämnen.
- Läckage av bränsle och hydraulolja från fordon.
- Spill/läckage av petroleumprodukter från båttrafik
- Fordonsbrand som leder till utsläpp av förorenat släckvatten.

3.2 Typrisker som tillkommer under byggtiden

Byggtiden utgörs av själva arbetet med att utföra den planerade utvecklingen av området med bostäder, handel, aktiviteter, grönska, ökad vattenkontakt och bryggor med därtill hörande parkeringar, vägar och ledningar.

Generellt bedöms byggskedet medföra en ökad trafikbelastning både inom och i anslutning till arbetsområdet beroende på ökade transporter av material, maskiner och personal. Detta kan skapa konflikter mellan byggtrafik och ordinarie trafik. Risken för olyckor bedöms särskilt öka vid infarter, korsningar och områden med begränsad sikt.

Utöver detta sker markarbeten och grundläggning som kan innebära risk för föroreningsspridning och öka grundvattenmagasinets sårbarhet genom att minska det geologiska skyddet eller öppna transportvägar för föroreningar till grundvattenmagasinet. Risken beror på schaktens djup och lerans mäktighet på platsen. Under byggskedet finns även en risk att spill

och föroreningar i anslutning till schakt kan transporteras till grundvattenmagasinet. Vid återfyllnad finns en risk för påverkan på grundvattenmagasinet om massor där föroreningsinnehållet inte kontrollerats används.

Det kan finnas behov av djup grundläggning (med till exempel pålar) eller jordförstärkningsåtgärder (till exempel med vertikaldränering) inför grundläggning. Dessa åtgärder kan behöva drivas till större djup, eventuellt ända ner till grundvattenmagasinet. Detta utgör en risk eftersom det kan öppna spridningsvägar till grundvattenmagasinet som gör att tyngre föroreningar, antingen från förorenad mark eller från spill/läckage, kan nå grundvattenmagasinet. Eftersom grundvattenmagasinet är slutet (överlagras av lera) kan det även finnas områden där åtgärden leder till ett uppåtriktat grundvattenflöde från magasinet där trycknivån ligger i lerlagren ovan grundvattenmagasinet och kan vid dränering påverka grundvattnets trycknivå.

Särskilda risker under byggtiden är bland annat:

- Markarbeten
 - Ökad spridning av markföroreningar på grund av schaktning
 - Schakt och eventuell penetration av skyddande lager
 - Påverkan på markförlagda ledningar vilket kan leda till brott på ledningarna
- Grundläggning
 - Nya spridningsvägar och eventuell penetration av skyddande lager
- Trafik/transport. Läckage av bränsle och hydraulolja
- Utsläpp av byggdagvatten och länshållningsvatten
- Renovering av kajkanter
- Muddring

3.3 Typrisker som tillkommer efter exploatering

Generellt visar planerna för området att bostadsbebyggelse och blandstad ska ersätta områden där det idag finns verksamheter. Planerna för området är ännu inte klara men idén för området är att utveckla området kring hamnen med bostäder, handel, aktiviteter, grönska, ökad vattenkontakt och bryggor. I de olika delområdena planeras i stora drag följande:

Område I	Område II	Område III
I princip oförändrad markanvändning på västra sidan ån. Förtätning och utveckling på östra sidan ån.	Antingen utveckling genom nya bostäder eller att behålla småbåtsförvaringen	Förtätning och utveckling av området som en ny stadsdel, främst i de delar som ligger närmast tätorten idag.

Många av riskerna som finns idag kvarstår efter exploatering, men i ändrad omfattning. Om grundläggning och undermarkskonstruktioner i byggskedet ändrat flödesvägar eller ökat sårbarheten kommer detta också att påverka riskerna.

4 Riskanalys

Riskanalysens syfte är att illustrera hur riskbilden skiljer sig mellan nuvarande markanvändning, byggskede och vid framtida markanvändning samt mellan de olika delområdena i projektområdet.

Riskanalysen är översiktlig och bygger på kvalitativa bedömningar av sannolikhet och konsekvens. Vid bedömning av sannolikheten beaktas inte bara sannolikheten att en skadehändelse (till exempel ett oljespill) sker, utan även sannolikheten att förorening når grundvattenmagasinet. I kommunens riskbedömningsmetod (Enköpings kommun, 2025, TN2025/770) görs en bedömning av skadehändelsens frekvens. I riskbedömningen vägs sedan känslighetsklassen för området in för att ta hänsyn till risken att grundvattenmagasinet förorenas, baserat på känslighetskartans klassning. Metoden har justerats något i denna utredning för att kunna ta hänsyn till de olika spridningsvägarna till grundvattenmagasinet som ett komplement till känslighetsklassningen.

Konsekvensen har bedömts utifrån föroreningarnas farlighet och mängd precis som enligt kommunens metod.

Sannolikhet och konsekvens sammanvägs och riskerna delas på så sätt in i riskklass A-E.

Tabell 2. Riskklasser

Riskklass	Risk
A	Mycket stor risk (svart) för påverkan på grundvattenmagasinet. Grundvattenmagasinet blir olämpligt för vattenuttag över lång tid.
B	Stor risk (röd) för påverkan på grundvattenmagasinet.

Riskklass	Risk
A	Skadehändelsen skapar direkt spridningsväg mellan riskobjekt och grundvattenmagasin inom ett större område, eller skadehändelsen innebär utsläpp av farliga ämnen i mängd i ett sårbart område. Långtgående förebyggande, riskreducerande åtgärder är motiverade.
C	Måttlig risk (orange) risk för påverkan på grundvattenmagasinet. Skadehändelsen skapar direkt spridningsväg mellan riskobjekt och grundvattenmagasin, eller skadehändelsen innebär utsläpp av farliga ämnen i mängd. Förebyggande, riskreducerande åtgärder bör vidtas, omfattande åtgärder kan i vissa fall vara motiverade.
D	Förhöjd risk (gul) för påverkan på grundvattenmagasinet. Förorening kan nå magasinet men skadehändelsen ger liten påverkan på magasinet. Smärre förebyggande, riskreducerande åtgärder kan vara motiverade.
E	Liten risk (grön) för påverkan på grundvattenmagasinet, antingen för att sannolikheten att förorening når magasinet är liten, eller att skadehändelsen ger liten påverkan på magasinet. Förebyggande, riskreducerande åtgärder (utöver vad som normalt tillämpas) är inte motiverade.

Flera av riskerna får samma riskklass i olika skeden för att både sannolikhet och konsekvens varierar⁸, se kapitel 4.2 .

4.1 Utgångspunkter för riskanalysen

Fokus i analysen är hur stor risken är för negativ påverkan på grundvattenmagasinet. Påverkan kan kategoriseras i följande kategorier.

- Förorening / påverkan på vattenkvaliteten i grundvattenmagasinet eller åtgärder som ökar grundvattenmagasinets sårbarhet för förorening.
- Påverkan på grundvattenströmningen/grundvattennivåerna eller grundvattentillgången.

Båda dessa typer av påverkan beaktas i riskanalysen. En viktig aspekt att beakta är att om en förorening väl nått grundvattenmagasinet är det ofta mycket svårt att åtgärda. Därför är det viktigt att förebygga detta och att agera snabbt för att sanera eller hindra spridning om olyckan är framme.

⁸ Risken för påverkan kan bli densamma till exempel om riskobjekten blir färre, men sårbarheten ökas till följd av exploateringen.

Möjliga spridningsvägar för förorening är en viktig aspekt i bedömningen. De undersökningar av jordlagerföljder som gjorts inom området visar i alla punkter att lera överlagrar grundvattenmagasinet (SGU, 2025). Riskanalysen utgår ifrån att lerans utbredning är relativt homogen och överensstämmer med vad som redovisas i SGU:s kartor. Detta stöds även av de utredningar som gjorts i området och som Tyréns har fått ta del av (Sweco, 2019 och 2020). Eftersom grundvattenmagasinet har kontakt med Enköpingsån inom projektområdets norra delar bedöms även förorening via Enköpingsån i riskanalysen. Det krävs då att grundvattennivåerna vid vattentäkten är lägre än ån, så att åvatten infiltrerar. Sådana förhållanden förväntas föreligga när stora uttag görs i vattentäkten.

Behovet av jordförstärkning och möjliga lösningar för grundläggning påverkar riskerna i byggskedet. I den parallella utredningen av geotekniska förhållanden har det framkommit att leran i området har hög vattenhalt och dålig skjuvhållfasthet. Detta ger ogynnsamma geotekniska förhållanden och det krävs åtgärder vid byggnation av större byggnader. Jordförstärkning med vertikaldränering är en metod som diskuterats, tillsammans med att anlägga lättfyll på marken. I vissa områden kan kalkcementpelare vara ett alternativ. Förhållandena varierar över området och metodval kommer behöva göras i senare skede. I riskanalysen redovisas typrisker som illustrerar vilka åtgärder som kan orsaka skada för grundvattenmagasinet.

4.2 Riskbedömning

4.2.1 Område I

I område I finns parkmark och verksamheter. Området är beläget närmast kommunens vattentäkt och här har också lerlagren något mindre mäktighet. Den samlade riskbilden är relativt låg i nuläget. Dagvatten från området avleds till Enköpingsån i anslutning till området där ån står i kontakt med grundvattenmagasinet. Det innebär att vid en olycka/spill eller brand där förorenat vatten avleds till ån kan även grundvattenmagasinet påverkas. Detta bedöms som de största riskerna för vattentäkten idag eftersom sådana händelser kan orsaka utsläpp av stora mängder farliga ämnen.

Inom område I planeras troligtvis ingen större exploatering. Om området exploateras kan dock påtagliga risker uppkomma i byggskedet. De största riskerna är förknippade med djupare markarbeten, grundläggning, muddring eller restaurering av kajer.

Schakt/borring eller pålning ner genom leran riskerar att öppna en spridningsväg för förorening och orsaka läckage av grundvatten från magasinet om det utförs felaktigt.

Vid muddring och/eller restaurering av kajkanter i området finns risk för påverkan på den hydrauliska kontakten mellan grundvattenmagasinet och ån. Förändringar här kan påverka möjligheten att använda vattentäkten, inom vattendomen, utan att påverka grundvattennivåerna i området negativt. Åtgärder i området där hydraulisk kontakt mellan åsen och ån förmodas behöver därför vidtas med detta i åtanke. Stabiliseringsåtgärder av åkanterna är planerade inom ett projekt där Klosterparken ska utvecklas och även inom det projektet har risker kopplat till detta beskrivits.

Byggtrafik och markarbeten kan även öka risken för spill och olyckor såsom ledningsbrott med förorening av Enköpingsån som potentiell följd.

Inom hela område I finns restriktioner kopplat till markarbeten i vattenskyddsföreskrifterna, se kapitel 5 . I Tabell 3 ses en sammanställning över riskklassningen.

Tabell 3 Riskbedömning för område I

Risk	Riskklass		
	NULÄGE	BYGGSCHEDE	FRAMTID
Trafik/transport			
Olycka som leder till spill/läckage av förorenande ämnen (t.ex. hydraulolja)	D	D	D
Olycka med farligt gods som leder till utsläpp av förorenande ämnen	C	C	C
Spill/läckage av petroleumprodukter från båttrafik	E	E	E
Fordonsbrand som leder till utsläpp av förorenat släckvatten	D	D	E
Industriområde / verksamheter			
Brand i byggnad som leder till utsläpp av förorenat släckvatten	C	C	C
Spridning av miljöfarliga ämnen från verksamhet på grund av olycka.	E	D	E
Övrig bebyggelse			
Brand i byggnad som leder till utsläpp av förorenat släckvatten	D	D	D
Förorenade områden			
Kontinuerligt läckage av föroreningar från förorenad mark	D	D	D

Risk	Riskklass		
	NULÄGE	BYGGSKEDE	FRAMTID
Dagvatten och avlopp			
Utsläpp av dagvatten	E	E	E
Brott på avloppsledning	E	D	E
Avsköljning av föroreningar från hårdgjorda ytor i samband med översvämning	E	E	E
Markarbeten, grundläggning och jordförstärkning			
Schaktning	C	C	C
Grundläggning/jordförstärkning (pålning/vertikaldränering)	C	B	C
Utfyllnad / höjdsättning	E	E	E
Utsläpp av byggdagvatten/länshållningsvatten	D	D	D
Energibrunnar	D	D	D
Åtgärder i ytvatten			
Restaurering kajkanter	C	C	C
Muddring	C	C	C

4.2.2 Område II

Område II omfattar området kring småbåtshamnen. Även här är den samlade riskbilden relativt låg idag. Här finns färre undersökningar av jorddjup, men de som finns visar mäktiga lerlager. Området är beläget på grundvattenmagasinet och de största riskerna idag så väl som under byggskede/efter exploatering är pålning, borrhning eller liknande ner till grundvattenmagasinet.

Om området exploateras kan påtagliga risker uppkomma i byggskedet. De största riskerna är förknippade med grundläggning och jordförstärkning. Djup schaktning i områdets västra delar kan också utgöra en större risk beroende på lerans mäktighet på platsen.

Schakt/borrhning eller pålning ner genom leran öppnar en spridningsväg för förorening och riskerar att orsaka läckage av grundvatten från magasinet om det utförs felaktigt.

Inom hela område II finns restriktioner kopplat till markarbeten i vattenskyddsföreskrifterna, se kapitel 5. I Tabell 4 ses en sammanställning över riskklassningen.

Tabell 4 Riskbedömning för område II

Risk	Riskklass		
	NULÄGE	BYGGSKEDE	FRAMTID
Trafik/transport			
Olycka som leder till spill/läckage av förorenande ämnen (t.ex. hydraulolja)	D	D	D
Olycka med farligt gods som leder till utsläpp av förorenande ämnen	D	D	D
Spill/läckage av petroleumprodukter från båttrafik	E	E	E
Fordonsbrand som leder till utsläpp av förorenat släckvatten	D	D	E
Småbåtshamn			
Spill/läckage av petroleumprodukter (hantering)	E	E	E
Större olycka/spill vid tankstation för båtar	D	D	D
Brand i byggnad som leder till utsläpp av förorenat släckvatten	D	D	D
Utsläpp av förorenande ämnen från båttvätt/underhåll av båtar	E	E	E
Förorenade områden			
Kontinuerligt läckage av föroreningar från förorenad mark	D	D	E
Dagvatten och avlopp			
Utsläpp av dagvatten	E	E	E
Brott på avloppsledning	E	E	E
Avsköljning av föroreningar från hårdgjorda ytor i samband med skyfall/översvämning	E	E	E
Markarbeten & grundläggning			
Schaktning	D	D	D
Grundläggning/jordförstärkning (pålning/vertikaldränering)	C	B	C
Utfyllnad / höjdsättning	E	E	E
Utsläpp av byggdagvatten/länshållningsvatten	D	D	D
Energibrunnar	D	D	D
Åtgärder i ytvatten			
Restaurering kajkanter	D	D	D
Muddring	D	D	D

4.2.3 Område III

Inom område III förekommer diverse verksamheter. Grundvattenmagasinets utbredning under de mäktiga lerlagren är ungefärlig och det kan förekomma andra vattenförande friktionslager under leran som står i kontakt med grundvattenmagasinet. Precis som för övriga området är de största riskerna idag så väl som under byggskede är pålning, borring eller liknande ner till grundvattenmagasinet. I den norra delen av område III avleds dagvatten via område I, till Enköpingsån i närheten av området med förmodad ytvattenkontakt.

Om området exploateras kan påtagliga risker uppkomma i byggskedet. De största riskerna är förknippade med grundläggning och jordförstärkning.

I Tabell 5 ses en sammanställning över riskklassningen.

Tabell 5 Riskbedömning för område III

Risk	Riskklass		
	NULÄGE	BYGGSKEDE	FRAMTID
Trafik/transport			
Olycka som leder till spill/läckage av förorenande ämnen (t.ex. hydraulolja)	E	E	E
Olycka med farligt gods som leder till utsläpp av förorenande ämnen	D	D	D
Spill/läckage av petroleumprodukter från båttrafik	E	E	E
Fordonsbrand som leder till utsläpp av förorenat släckvatten	E	E	E
Industriområde / verksamheter			
Brand i byggnad som leder till utsläpp av förorenat släckvatten	C	C	C
Spridning av miljöfarliga ämnen från miljöfarlig verksamhet på grund av olycka.	D	D	E
Olycka/brand vid återvinningscentral (farligt avfall inomhus och vitvaror mm)	E	E	E
Olycka med spill/läckage från bilsprot	E	E	E
Fjärrvärmeverk- olycka som leder till läckage/spill	E	E	E
Övrig bebyggelse			
Brand i byggnad som leder till utsläpp av förorenat släckvatten	E	E	E
Förorenade områden			

Risk	Riskklass		
	NULÄGE	BYGGSKEDE	FRAMTID
Kontinuerligt läckage av föroreningar från förorenad mark	E	E	E
Dagvatten och avlopp			
Utsläpp av dagvatten	E	E	E
Brott på avloppsledning	E	E	E
Avsköljning av föroreningar från hårdgjorda ytor i samband med skyfall/översvämning	E	E	E
Markarbeten & grundläggning			
Schaktning	E	E	E
Grundläggning/jordförstärkning (pålning/vertikaldränering)	C	B	C
Utfyllnad / höjdsättning	E	E	E
Utsläpp av byggdagvatten/länshållningsvatten	E	E	E
Energibrunnar	D	D	D
Åtgärder i ytvatten			
Restaurering kajkanter	D	D	D
Muddring	E	E	E

4.3 Generella rekommendationer

Område I: På västra sidan ån bör exploatering undvikas för att inte öka risken för grundvattenmagasinet och för att ha utrymme för åtgärder i vattentäkten.

På den östra sidan ån bedöms exploatering kunna ske förutsatt att de lokala förhållandena undersöks och riskhanteringsåtgärder vidtas, se kapitel 5 . Extra viktigt är hänsyn till risken för grundvattenmagasinet vid grundläggning och jordförstärkning.

Varsamhet vid muddring och förstärkningsarbeten av stranden med hänsyn till risken för grundvattenmagasinet då kontakt mellan magasinet och ån förväntas finnas här.

Område II: Exploatering bedöms kunna ske förutsatt att de lokala förhållandena undersöks och riskhanteringsåtgärder vidtas, se kapitel 5 . Extra viktigt är hänsyn till risken för grundvattenmagasinet vid grundläggning och jordförstärkning.

Område III: Exploatering bedöms kunna ske förutsatt att de lokala förhållandena undersöks och riskhanteringsåtgärder vidtas där det bedöms behövas, se kapitel 5 . Extra viktigt är hänsyn till risken för grundvattenmagasinet vid grundläggning och jordförstärkning i anslutning till grundvattenmagasinet (se känslighetskartan för ungefärlig utbredning).

5 Riskhantering med förslag till skyddsåtgärder i bygg- och driftskede

För att minimera påverkan på grundvattenmagasinet vid en exploatering föreslås riskreducerande åtgärder i detta kapitel. Riskhanteringsåtgärderna är generella då det i nuläget inte är känt hur exploateringen kommer att utformas. Inga specifika tekniska åtgärder föreslås. Snarare handlar det om metodval och skyddsåtgärder kopplat till detta. Kostnader har därför inte beräknats för åtgärderna.

Specifika behov av åtgärder och kostnader för detta kan beräknas när mer är känt om den planerade markanvändningen i området.

5.1 Vattenskyddsområde med vattenskyddsföreskrifter

Innan åtgärder planeras i projektområdet är det viktigt att de stäms av mot vattenskyddsföreskrifterna för att säkerställa att åtgärderna är tillåtna i aktuellt område.

Det finns redan idag ett administrativt skydd genom vattenskyddsområdet för Enköpingsåsen. Inom delområde I (Inre skyddszon samt lokal skyddszon) och delområde II (Yttre skyddszon) regleras exempelvis markarbeten⁹ på följande sätt:

§9 TÄKTVERKSAMHET OCH ANDRA MARKARBETEN

INRE SKYDDSZON

Täktverksamhet eller markarbeten **får inte ske djupare än 3 meter över högsta grundvattenytan**. Den som vill utföra sådana åtgärder skall visa läget av denna vattenyta. Den som bedriver täkt är skyldig att i

⁹ Markarbeten definieras inte i föreskrifterna men schaktning, grundläggning och jordförstärkning kan klassas som en typ av markarbete. Länsstyrelsen i Uppsala län har delegerat dispensprövningen till Enköpings kommun som nu är prövningsmyndighet och avgör i frågan.

förekommande fall följa de anvisningar som Länsstyrelsen meddelar beträffande bestämmande av högsta grundvattenyta samt i övrigt vidtagna åtgärder Länsstyrelsen kan föreskriva till skydd för grundvattnet.

Fyllnads- eller avjämningsmassor som kan försämra grundvattenkvaliteten eller försvåra den naturliga grundvattenbildningen får inte läggas inom området.

Täktverksamhet eller markarbeten får inte medföra bortledning av grundvattnet eller sänkning av grundvattennivån.

LOKAL SKYDDSZON

Täktverksamhet eller andra markarbeten **får inte ske till större djup än att minst 2 meter lera lämnas orörd mellan schaktbotten och underliggande jordlager.**

I övrigt gäller för täktverksamhet och andra markarbeten samma restriktioner som för inre skyddszon.

YTTRE SKYDDSZON UTOM LOKAL SKYDDSZON

Täktverksamhet eller markarbeten **får inte ske djupare än till 1 meter över högsta grundvattenyta.**

I övrigt gäller för täktverksamhet och andra markarbeten samma restriktioner som för inre skyddszon.

Inom vattenskyddsområdet måste alltså lerans mäktighet och/eller grundvattenytans nivå bestämmas för att säkerställa att planerade åtgärder inte bryter mot vattenskyddsföreskrifterna. Åtgärderna får inte heller leda till att grundvatten avleds eller att grundvattennivån påverkas.

Område III ligger utanför vattenskyddsområdet men även här kan grundvattenmagasinet påträffas under leran och försiktighetsåtgärder kan behöva vidtas beroende på vad som ska göras i området.

Utöver metodval och hänsyn vid markarbeten är även hantering av till exempel kemikalier och petroleumprodukter viktigt. Även detta regleras i vattenskyddsområdets föreskrifter i inre och yttre skyddszon. I inre skyddszon krävs dispens för sådan hantering och inom yttre skyddszon krävs att hantering och lagring ska ske så att hela volymen vid eventuellt läckage förhindras att tränga ner i marken.

I föreskrifterna regleras även andra aktiviteter som eventuellt kan vara aktuella i projektområdet i byggskedet eller driftskedet, såsom:

- **Avledning av hushållspillvatten, dagvatten samt hantering av hushållspillvatten.** I område I (inre zonen) får till exempel inte infiltrationsanläggningar för hushållspillvatten och dagvatten förekomma.
- **Energianläggningar.** I område I (inre zonen) får till exempel inte anläggning för markuppvärmning eller utvinning av energi ur mark eller grundvatten, bortledning av grundvatten för energiutvinning samt värmelager i grundvatten utföras.

5.2 Skadebegränsande åtgärder vid markarbeten, grundläggning och jordförstärkning såsom pålning och vertikaldränering

Grundläggning och jordförstärkning eller liknande bedöms vara det som är den största risken för grundvattenmagasinet. Metodvalet för detta blir därför avgörande för vilka skadebegränsande åtgärder som kan komma att krävas. De största riskerna bedöms uppstå under byggskedet. Markarbeten, grundläggning och jordförstärkning har dock även potential att permanent öka sårbarheten för grundvattenmagasinet och påverka grundvattentrycknivån även om det utförs i mindre skala än vid exploatering.

Vid grundläggning och jordförstärkning är det viktigt att inte grundvattenmagasinet dräneras, att risken för föroreningstransport begränsas samt att eventuellt dräneringsvatten avleds kontrollerat.

I första hand bör det undvikas att utföra borrhning, driva pålar eller liknande ner i grundvattenmagasinet. Om detta ändå måste ske, tillse följande.

I planeringsskedet:

- Välj metoder som inte medför bortledning av grundvattnet eller sänkning av grundvattennivån.
- Planera skyddsåtgärder till exempel att täta runt borrhål/pålar så att permanenta spridningsvägar inte skapas/läckage sker.
- Vid arbeten i område I och II måste vattenskyddsföreskrifterna följas.
- Genomför geotekniska och hydrogeologiska undersökningar i aktuella områden. Fokusera på områden där större markarbeten/djupare dräner/pålar eller liknande ska utföras. Identifiera nivån för lerans undre gräns innan arbeten startar.

- Utred om det finns föroreningar och/eller sulfidlera i området och hur den kan påverka grundvattnet. Undvik förorenad mark för att inte sprida föroreningar neråt i jordprofilen.
- Infiltrera inget dräneringsvatten, dagvatten eller liknande till grundvattenmagasinet om det inte håller dricksvattenkvalitet.
- Upprätta eventuellt kontrollprogram för att kunna utvärdera en påverkan.

Vid genomförande:

- Kravställ metod och skyddsåtgärder samt dokumentation gentemot entreprenör.
- Ha beredskap för att hantera spill/läckage vid arbetsmaskiner under byggskedet för att kunna sanera snabbt och undvika spridning.
- Säkerställ att eventuellt dräneringsvatten avleds på ett för grundvattenmagasinet säkert sätt. Till exempel kan eventuellt vatten som avleds till ån behöva provtas.

Vad gäller djupare schakt i sårbara områden är det extra viktigt att tänka på följande:

- Använd rena massor vid återfyllnad (kräver provtagning och kännedom om ursprung).
- Vid schaktarbeten bör marken undersökas vid misstanke om föroreningar.

5.3 Skadebegränsning vid åtgärder i ytvatten

Åtgärder i ytvatten kräver tillstånd eller anmälan för vattenverksamhet till Länsstyrelsen i Uppsala län. Då kommer specifika villkor beslutas för verksamheten.

Om restaurering av kajkanter eller omfattande muddring blir aktuellt inom område I behöver det i utredningsskedet för åtgärderna övervägas hur eventuell in- eller utströmning av grundvatten i ån påverkas.

Inför muddring av Enköpingsån bör sedimenten provtas för att kontrollera material, om de är förorenade och risken för spridning av föroreningar vid grumling bör bedömas. Muddringsmetod bör beslutas beroende på resultatet från undersökningarna.

För att inte förorenade sediment eller annan grumling ska spridas bör till exempel siltgardiner eller liknande användas. Det är också lämpligt att ett

kontrollprogram upprättas, både vid restaurering av kajkanter och muddring, för att kunna följa upp en eventuell påverkan.

Innan själva arbetena startar bör VA-huvudmannen informeras om dem så att huvudmannen kan planera eventuella kontrollåtgärder, till exempel nivåmätning eller extra provtagning av grundvattnet.

5.4 Beredskap vid olyckor

Olycksrisker finns oavsett om området exploateras eller inte. De största olycksriskerna som bedömts är olycka med farligt gods vid transport och utsläpp av släckvatten vid brand. Händelserna är sällsynta men kan orsaka stor skada och de kan inte elimineras. Detta innebär att man behöver vidta skadebegränsande åtgärder. En viktig skadebegränsande åtgärd är att upprätta en beredskapsplan för händelserna. Detta är lämpligt att göra även i driftskedet.

Vid all hantering av kemikalier eller petroleumprodukter är beredskap för spill och olyckor viktigt. Nedan följer förslag till skyddsåtgärder framför allt i byggskedet, men många av åtgärderna är lämpliga att göra även om exploateringen inte blir av:

- Utbildning av räddningstjänst om grundvattenmagasinet och dess risker kopplade till olyckor, bränder och liknande och hur de bör hanteras. Använd miljöanpassade släckmedel om det är möjligt.
- Upprätta beredskapsplan med tydliga instruktioner för hur eventuella olyckor eller spill ska hanteras, samt larmkedjor vid större händelser. Tillse att planen är känd av de som utför arbeten i området.
- Ha absorptionsmaterial, saneringsutrustning och relevant skyddsutrustning (t.es. länsar) tillgängligt vid arbeten i riskområden.
- Förvara maskiner och drivmedel på säkert sätt som motverkar sabotage och så att spill/läckage kan upptäckas och saneras innan det når mark eller dagvatten.
- För att minska risken för trafikolyckor i byggskedet när trafikmängden ökar både inom och utanför byggarbetsplatsen bör trafiksäkerhetsåtgärder övervägas.

5.5 Hydrogeologiska undersökningar vid vattentäkten

Oavsett hur planerna för exploatering ser ut rekommenderas att öka kunskapen om kommunens vattentäkt. Det kan i sin tur verifiera riskbilden och tydliggöra hur grundvattenmagasinet bäst skyddas. Det som skulle öka kunskapen är:

- Undersökning av lerlagrens mäktighet i anslutning till vattentäkten och Enköpingsån för att fastställa var vattenutbyte mellan ån och åsen kan ske.
- Regelbundna grundvattennivåmätningar vid vattentäkten och i grundvattenmagasinet för att få en tydligare bild av strömningsförhållanden och trycknivåer i olika områden.
- Provpumpning för att utvärdera förhållandena vid vattentäkten och när inducerad infiltration sker.

6 Referenser

Enköpings kommun (2025). Instruktion för framtagande av riskbedömning grundvatten, Ärendenummer: TN2025/770, reviderad 2025-09-12.

Enköpings kommun (2025b), Enköpingskartan. Information hämtad i november och december 2025 samt januari 2026. [Enköpingskartan](#).

Enköping (2025). Information hämtad 2025-11-28. [ÖP-kartan](#)

Enköpings kommun (2018). Plan för Enköpings stad. Antagen 14 maj 2018.

Geosigma. (2012). Hydrogeologisk grundvattenmodell av Enköpingsåsen mellan Femstugan och Mälaren samt bedömning av spridningsvägar från Mifo objekt, Enköpings kommun, 2012-11-30.

Länsstyrelserna (2025). Efterbehandlingskarta

[LST EBH-kartan - webbGIS](#). Information hämtad 2025-11-27.

Länsstyrelsen Uppsala (2025). Underlag för mark- och vattenanvändning i Uppsala län.

[LstC Underlag för mark- och vattenanvändning i Uppsala län – WebbGIS](#).

Information hämtad 2025-11-27.

Rejlers. (2024). Riskanalys – Enköpingsåsen, 2024-02-28.

SGU (2025). SGUs Kartvisare jordarter/jorddjup/grundvattenmagasin

SGU. (2010). Kartan Grundvattenförekomster i Enköpings kommun samt beskrivning till kartan, serie K110.

Sveriges geologiska AB. (1989). Skyddsområden och skyddsföreskrifter för vattentäkterna Munksundet, Vånsjöbro och Nygård.

Sweco (2020). PM- Översiktlig miljöteknisk markundersökning i Munksundet, 2020-03-06

Sweco (2019). Projekterings PM Geoteknik, 2019-09-11 med tillhörande Markteknisk undersökningsrapport/geoteknik, 2019-08-22

VBB, (1962). Vattenbyggnadsbyrån, Beskrivning av Enköpings stads grundvattenverk mm, 1962-01-15

VISS. (2025).