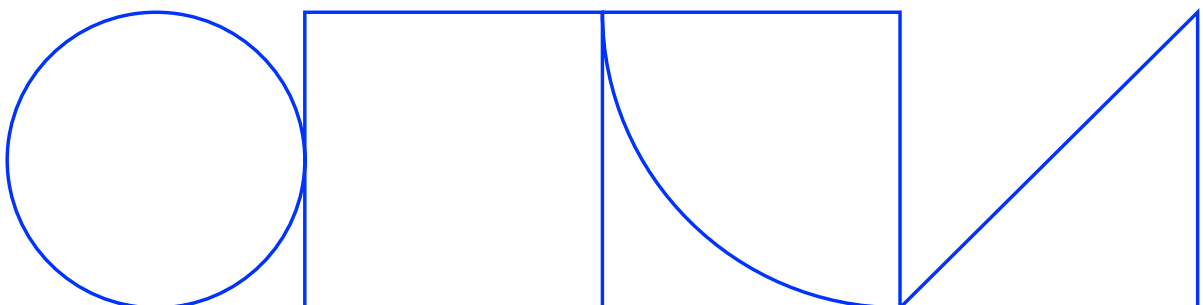


# Förstudie för recirkulering vid vattenhammarborrning

---

Mikaela Lindberg, Alva Tangfelt, Zimon Gustavsson  
NCC, Hercules

2026-02-25



## Förord

Detta projekt har genomförts av NCC Sverige AB och Hercules i samarbete med PEAB, Implenia och Förvaltning för Utbyggd Tunnelbana Region Stockholm (FUT) under tiden augusti 2025 till februari 2026. Projektet finansierades av Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF) (SBUF projekt 14505) och de medverkande organisationerna. Projektledare var Mikaela Lindberg, NCC Teknik och Tobias Larsson, Teknikchef på NCC Teknik var projektadministratör.

Projektets arbetsgrupp har bestått av följande personer:

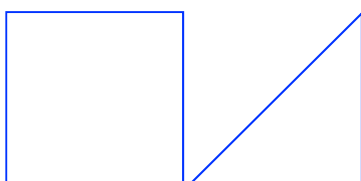
Mikaela Lindberg	Miljöstöd - Förenade områden, NCC Teknik
Alva Tangfelt	Hållbarhetsstöd - Hållbarhetscertifiering, NCC Teknik
Zimon Gustafsson	Blockchef borrning, Hercules grundläggning
Simon Magnusson	Teknisk licentiat inom LCA och Klimat, NCC Teknik
Marie Kruså	Specialistchef inom hållbarhet och miljö, NCC Teknik

Referensgruppen har sammanträtt vid fyra tillfällen; 2025-08-20, 2025-10-16, 2025-12-01 och 2026-02-03. Referensgruppen har bestått av följande personer:

Kaisa Nugin	Hållbarhetshandläggare/ planhandläggare på Förvaltning för Utbyggd Tunnelbana. (FUT)
Göta Sörqvist & Thomas Christensen	Expertis inom grundläggningsmetoder, Hercules
Amanda Koch	Miljösamordnare, Peab
Therese Rönnkvist Mickelson	Hållbarhetschef, Implenia Sverige AB

Projektgruppen vill tacka SBUF, NCC Sverige AB samt medverkande organisationer för projektets finansiering. Vi vill också tacka alla deltagare i referensgruppen för värdefulla inspel och stöd under projektets gång. Även alla de som deltagit i intervjuer och på annat sätt delat med sig av sin expertis när det kommer till vattenhammarbörning, mobil vattenrening och recirkulering ska ha ett stort tack!

Stockholm, februari 2026



## Sammanfattning

Detta projekt har undersökt möjligheterna att recirkulera vatten vid vattenhammarborring, en metod med mycket hög vattenförbrukning och där dricksvatten traditionellt används både för drivning och spolning. Genom intervjuer, studiebesök och fallstudier har projektet analyserat tekniska, ekonomiska och praktiska förutsättningar för att minska uttaget av dricksvatten genom återanvändning av processvatten.

Studien visar att recirkulering är tekniskt möjlig, då mobil vattenrening kan uppnå den vattenkvalitet som krävs för vattenhammare. Trots detta genomförs recirkulering sällan i praktiken, främst på grund av osäkerheter kring ansvar, risk för maskinslitage, brist på yta och höga kostnader för vattenrening. Samtidigt finns tydliga drivkrafter – bland annat begränsad kapacitet i VA-nät, hårdare utsläppskrav, hållbarhetsmål och ökande fokus på resiliens och minskad dricksvattenanvändning.

Fallstudierna visar att recirkulering kan minska vattenförbrukningen kraftigt, men att den ekonomiska besparingen i form av minskat dricksvattenuttag är begränsad jämfört med kostnaderna för reningsanläggning och drift. Vid större projekt, eller projekt där reningsanläggningen kan användas över en längre tid, ökar däremot lönsamheten och nyttan.

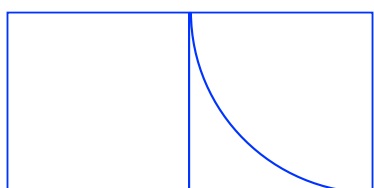
### Slutsatser i korthet

- Recirkulering är tekniskt möjlig men kräver rätt förutsättningar: tidig planering, tillräcklig yta, stabila vattenflöden och tydlig ansvarsfördelning.
- Viktiga drivkrafter är begränsningar i ledningsnät, skärpta utsläppskrav, hållbarhetsmål och risk för framtida vattenbrist.
- Utmaningar omfattar yta, driftssäkerhet, varierande vattenkvalitet, osäkerhet kring ansvar och höga kostnader för mobila reningslösningar.
- Recirkulering kan ge stora reduktioner i dricksvattenanvändning och minska belastningen på VA-systemet, men kräver ekonomiska och organisatoriska incitament för att bli ett realistiskt alternativ i fler projekt.

Sammantaget är vattenfrågan **projektunik och komplex**, vilket innebär att recirkuleringslösningar behöver anpassas i varje enskilt fall. Med rätt förutsättningar kan recirkulering dock bidra till både miljömässiga och resursmässiga vinster i bygg- och anläggningsprojekt.

# Innehåll

1. Introduktion	4
2. Teknisk översikt – borring och vattenrening	5
2.1 Vattenhammarboring	5
2.2 Mobil vattenrening för process- och länsvatten	7
3. Metod	8
4. Resultat	10
4.1 Utmaningar och möjligheter	10
4.2 Fallstudier	17
4.3 Kostnader för rening	19
4.4 Studiebesök Station Hagastaden	21
4.5 Studiebesök Västlänken Rosenlund	22
4.6 Checklista/ förutsättningar för recirkulering vid vattenhammarboring	25
5. Diskussion	27
6. Slutsatser	28
Litteraturförteckning	29
Bilaga 1 - Fallstudiebeskrivning och fråga till vattenreningsentreprenörerna om kostnad och design på reningsanläggning	30
Bilaga 2 Intervjufrågor till entreprenör, beställare, vattenreningsleverantör	36



# 1. Introduktion

Byggbranschen har fram tills nu inte prioriterat projektens dricksvattenanvändning utan mer fokuserat för andra resurser och kostnader kopplat till hanteringen (ex material, massor och avfall). Nu ökar fokuset på dricksvattenanvändningen i och med de ökade kraven på hållbarhetsrapportering i samhället. Samtidigt larmas det om brist på dricksvatten under vissa perioder vilket ytterligare ökar intresset för att prioritera frågan om byggbranschens dricksvattenanvändning.

I det tidigare genomförda SBUF projektet "Kartläggning av dricksvattenuttag i bygg- och anläggningsprojekt" (Projekt 14385) studerades dricksvattenanvändning och vilka aktiviteter inom markarbete och grundläggning som använder dricksvatten.

I projektet kartlades vattenförbrukande aktiviteter samt kvantifierade vattenförbrukningen för dessa aktiviteter. Projektets resultat visade att dricksvattenuttaget i samband med byggprojekt kan uppgå till 100-tals liter per minut, framför allt vid olika typer av vattendriven borrhning. Vattendriven borrhning är lämplig när det finns krav på låga bullernivåer, främst i städer, och när man vill minska risken för geoteknisk påverkan på omgivningen.

Vattenhammarborrning är ett arbetsmoment inom bygg- och anläggningsbranschen som har stort vattenbehov. Hammarborrning används vid borrhning i berg och blockig jord. Metoden innebär att en roterande borrhkrona slår genom berg, mark eller betong. Vatten används för att driva verktyget, för renspolning och materialtransport. Att använda dricksvatten är en enkel lösning som säkerställer att maskinerna fungerar som de ska och inte tar skada av exempelvis partiklar i vattnet. Maskinerna består oftast av många olika delar samt har inre maskindelar som kan ta skada av för mycket eller för stora partiklar. Det finns tekniska lösningar för att recirkulera vatten men som vanligtvis inte används vid vattenhammarborrning. Anledningen är att frågan om att minska dricksvattenanvändningen hittills inte varit tillräckligt intressant och prioriterad från bland annat beställare men även entreprenörer för att motivera den utredning, planering och kostnad som krävs i projekten. Genom att i fler fall försöka recirkulera mer vatten till arbetsmoment än vad som sker idag så kan dricksvattenanvändningen minskas. Sverige har generellt haft god tillgång på dricksvatten vilket inneburit att man inte har behövt leta efter andra vattenkällor/metoder med mindre vattenförbrukning.

Syftet med detta fortsättningsprojekt är att identifiera effektiva metoder för att recirkulera vatten i samband med vattenhammarborrning. Målet är att beskriva vilka metoder som finns och vilka förutsättningar som behöver vara på plats i projekt för att lyckas med recirkulering. Det långsiktiga målet är att minska uttaget av dricksvatten genom att återanvända processvatten, vilket kan leda till både ekonomiska och miljömässiga fördelar.

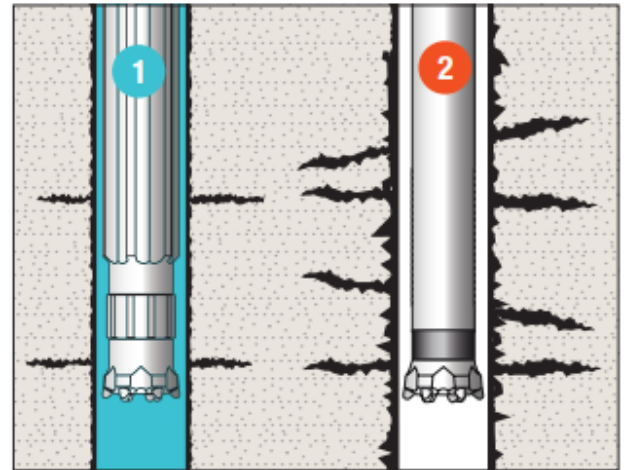
## 2. Teknisk översikt – borrhning och vattenrening

### 2.1 Vattenhammarborrning

Vattenhammarborrning är en metod där en sänkhammare drivs med vatten istället för luft. Vattnet pumpas ned genom borrhsträngen, driver hammaren och spolar samtidigt upp borrhkaxet till ytan.

När vattenhammarborrning används får man en bättre hålstabilitet tack vare vattenpelarens mottryck, se figur 1. Det är effektivt vid borrhning i områden med mycket silt, eftersom vattenpelaren skapar ett mottryck som motverkar siltinträngning som kan "sätta igen" hammaren. Med vattenhammarborrning blir det mindre omgivningspåverkan, luft pressas inte in i grundvattnet (som med lufthammarborrning) och man får mindre spridning av damm ovan mark och till luften, se figur 2. Vattenhammarborrning är en tystare borrhning, vilket lämpar sig nära bebyggelse.

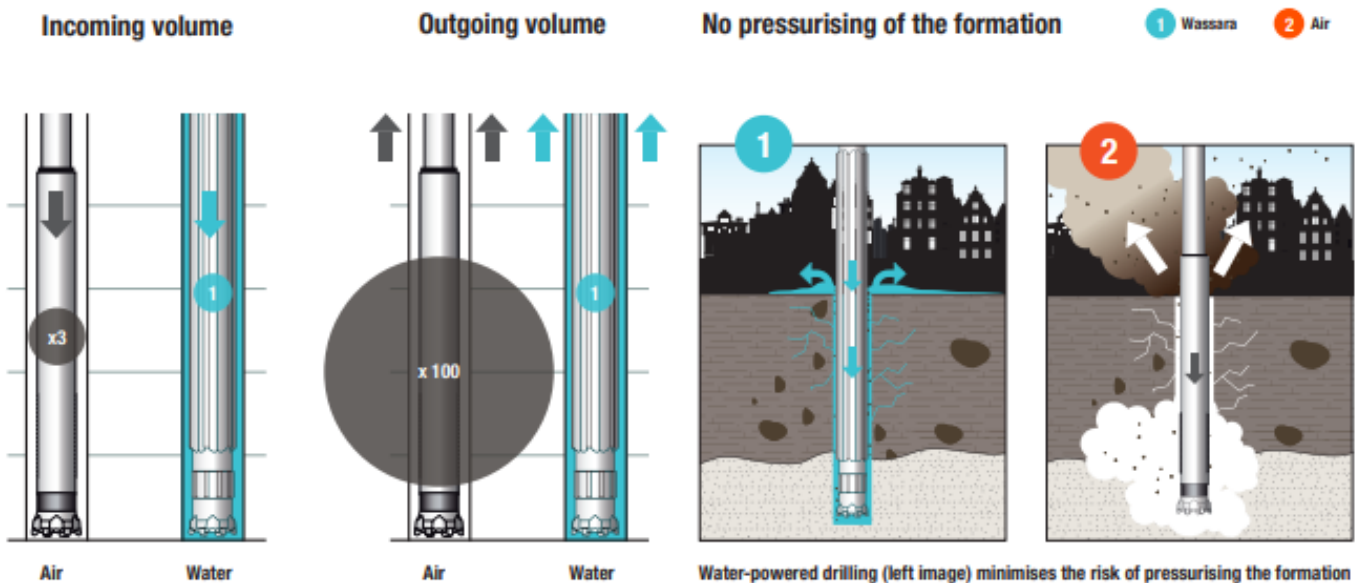
Clean borehole surface



The water-powered drilling doesn't erode the borehole (left)

1. With Wassara 2. With air-powered DTH

Figur 1: Förklaring vattenhammarborrning, hålstabilitet. Bildkälla Wassara



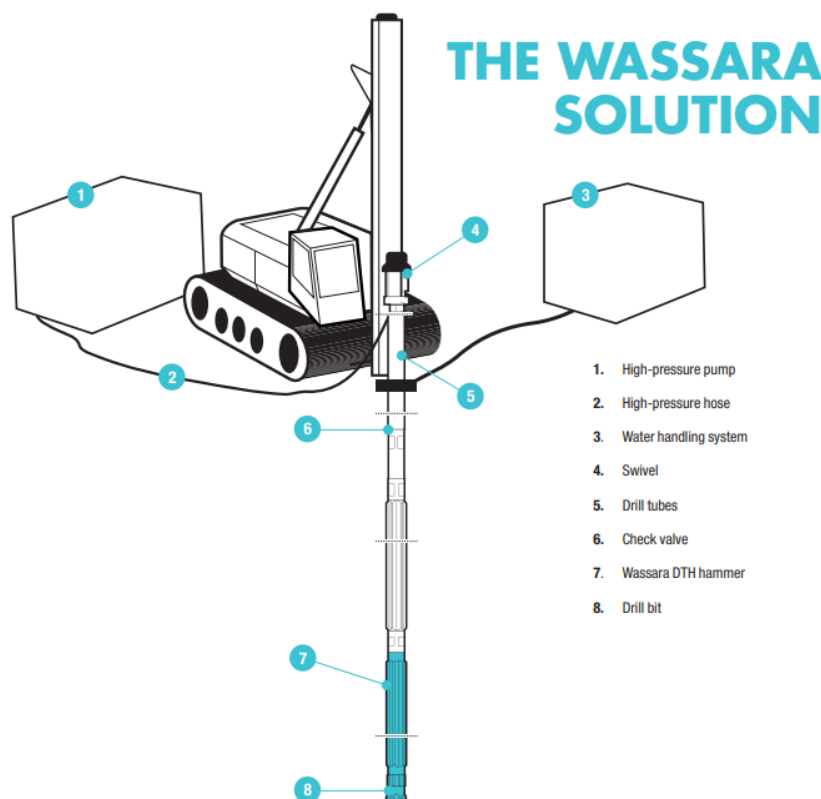
Water-powered drilling (left image) minimises the risk of pressurising the formation

Figur 2: Förklaring vattenhammarborrning i känsliga miljöer. Bildkälla Wassara

Utrustning som krävs vid vattenhammarborrning:

- Vattenhammare
- Borrkrona
- Högtryckspump och vattentankar
- Eventuell reningscontainer för återcirkulation
- Standard borrhög med anpassade slangar för vattenborrning

Se figur 3 för schematisk bild över utrustning.



Figur 3: Schematisk bild över ingående delar i vattenhammarborrning. Bildkälla Wassara

### Förutsättningar och vattenåtgång vid vattenhammarborrning

Vattenhammarborrning används främst i områden där grundvattnet är känsligt, där berget är starkt sprucket eller där risken för ras och hållras är hög. Genom att använda vatten som driv- och spolmedium undviks att luft pressas in i spricksystemet, vilket annars kan påverka grundvattenflöden, orsaka instabilitet i borrhålet eller leda till okontrollerade vattenföringar.

Vattenpelaren i borrhålet ger ett hydrostatiskt mottryck som stabiliserar hålväggarna och minskar risken för ras, särskilt i sprucket eller vattenförande berg. Detta ger bättre kontroll över borrhöret och säkrare förutsättningar för efterföljande moment såsom fodersättning.

Vattenåtgången ligger normalt inom intervallet 100–800 liter per minut, beroende på håldiameter, bergförhållanden och vald hammartyp. Vid större håldiametrar och kraftigt sprucket berg krävs högre flöden för att säkerställa effektiv spolning och transport av borrhög.

Metoden är mer skonsam ur miljö- och arbetsmiljösynpunkt än luftborrning, då den ger mindre dammbildning, lägre ljudnivåer och minskad påverkan på omgivande mark och grundvatten. Därför föredras vattenhammarborrning vid arbeten i känsliga miljöer och nära befintlig bebyggelse.

## 2.2 Mobil vattenrening för process- och länsvatten

Vatten som uppstår i borrhingsprocessen behöver omhändertas och genomgå rening innan vattnet kan ledas till avloppsledningsnätet eller till en recipient (till infiltration/vattendrag/sjö/hav), vattnet kan också ledas via ledningar för dagvatten till recipient. Beroende på vilket typ av projekt som använder sig av vatten i sina byggprocesser så kan hanteringen av vatten vara beskriven och kravställd på grund av ledningsägarens, avloppsreningsverkens eller kommunens krav. Krav kan alternativt komma genom att anmälnings- eller tillståndsprocesser har krävts, t.ex. järnvägsplan, anmälan om miljöfarlig verksamhet, anmälan eller tillstånd vattenverksamhet. Det är vanligt att tillståndet eller beslutet som ges av processerna innebär villkor som begränsar utsläppen från vattenhanteringen, ibland både till flöde, tidperiod och föroreningshalt. Detta gör att mobil vattenrening krävs på byggarbetsplatsen för att kunna återanvända eller släppa ut vattnet på ett säkert sätt.

Den vanligaste reningslösningen för processvatten när det kommer till mobil reningsanläggning är byggd av containers. Vanliga ingående delar i en mobil vattenrening är:

- Mekanisk frånskiljning av partiklar som sedimentation/ filter eller likande
- Kemisk rening med flockning, följt av fällning i lamellsedimentering
- Sandfilter eller filter av glas
- Oljeavskiljning
- Kolfilter för riskämnen vid behov (t.ex PFAS)
- Centrifug (solid recovery unit)
- Jonbytare för att rena lösta metaller
- pH-justering

Vanliga kombinationer av behandlingsmetoder i mobil vattenrening är:

- Sedimentation i kombination med pH-justering
- kemisk fällning och flockning samt pH-justering kombinerat med efterföljande sedimentering (i sedimenteringscontainer eller lamellavskiljare)
- mixertank där flockning sker med hjälp av kemikalier, sedimentering i lamellavskiljare, pH-justering, filtrering

Vilken typ av rening som är lämplig beror på bland annat (Svenska geotekniska föreningen, 2026);

- Vilka flöden och variationer i flödet behöver anläggningen klara?
- Vilket partikelinnehåll (partikelmängd och partikelstorlek) och vilka föroreningar förekommer och i vilka halter i vattnet som ska renas?
- Vilka halter ska det renade vattnet klara för recirkulering alternativt avledning till recipient/dagvattennät/avloppsnät?
- Behöver vattenbehandlingen fortsätta även efter avslutad byggnation? (exempelvis i tunnelprojekt där inläckande grundvatten kan fortsätta behöver omhändertas).

### 3. Metod

Metoden som använts i projektet för att undersöka recirkulering och vattenhammarborrning har främst bestått av intervjuer och dialog med sakkunniga, men även studiebesök och insamling av uppgifter genom två fallstudier.

I projektet som pågick från hösten 2025 till våren 2026 har en referensgrupp funnits tillgänglig. Referensgruppen har bidragit med egen kunskap, kontakter för intervjuer och andra aktörer som ställt upp och bidragit med sin kunskap. Referensgruppen har bestått av:

- Amanda Koch – Peab
- Kaisa Nugin – FUT
- Therese Rönkvist Mickelson – Implenla
- Göta Sörqvist – Hercules
- Zimon Gustafsson – Hercules

Intervjuer har genomförts med representanter från olika delar av branschen. Anläggningsentreprenörer, beställare och leverantörer av mobil vattenreningsteknik har deltagit i intervjuer, respondenterna redovisas i tabell 1. Intervjuerna genomfördes via Teams, spelades in och transkriberades med hjälp av CoPilot för enklare bearbetning. Intervjun var semistrukturerad med frågor som deltagarna fick ta del av på förhand och ibland med följdfrågor som inte delgetts på förhand, intervjufrågorna finns i sin helhet i bilaga 2. Intervjuerna behandlade bland annat när man lyckats med recirkulering och vilka förutsättningar som då funnits på plats, förutsättningar och erfarenheter av vattenrening både utifrån uppsatta krav och i kombination med recirkulering. Syftet med intervjuerna har varit att förstå hur teknikerna fungerar och vilka de betydande parametrarna är som avgör möjligheten till recirkulering i projekt.

För att täcka in erfarenhet och kunskap av både vattenhammarborrning och recirkulering har scopet i projektet utvidgats. De intervjuades kunskap och erfarenhet täcker tillsammans in alla delar men flera av de intervjuade har exempelvis haft erfarenhet från recirkulering i anläggningsprojekt av annan karaktär än specifikt vattenhammarborrning (exempelvis tunneldrivning eller raiseborrning). När det kommer till leverantörer av mobil vattenrening finns exempel på när recirkulering skett. Det vanligaste är dock att respondenterna varit med och renat vatten till den grad som krävs för recirkulering, enligt denna rapportens specifikationer för vattenkvalitet, men där recirkulering inte har skett. Drivkraften att rena vatten har varit projektens utsläppskrav medan initiativ till och incitament för recirkulering har saknats.

*Tabell 1: Respondenter för de semistrukturerade intervjuerna*

<b>Namn</b>	<b>Roll</b>	<b>Företag</b>	<b>Typ av aktör</b>
Amanda Koch	Miljösamordnare	PEAB	Anläggningsentreprenör
Zimon Gustafsson	Stödfunktion borrning	Hercules	Anläggningsentreprenör
Johan Hillman	Projektchef	Implenia	Anläggningsentreprenör
Johan Asplund	Projektchef	Implenia	Anläggningsentreprenör
Tünde Lorinczi	Regional PLM Piles, Anchors and Grouting works	Keller Grundläggning	Anläggningsentreprenör
Mattias Åström	Arbetsledare och borrare	Alverdens	Leverantör av borrtjänster och mobil vattenrening
Nikita Tegenfeldt	Project Manager	Envytech	Leverantör av mobil vattenrening
Kristina Emilsson	Handläggare hållbarhetsstyrning och miljöfarlig verksamhet	FUT	Beställare
Andreas Johansson	Miljöspecialist	Trafikverket	Beställare

Det har även förts dialog med fler aktörer via epost och telefon, men som inte haft strukturerade intervjufrågor som de fått ta del av i förväg, dessa redovisas i tabell 2.

*Tabell 2: Aktörer som bidragit med kunskap och erfarenhet under olika form av dialog.*

<b>Namn</b>	<b>Roll</b>	<b>Företag</b>	<b>Typ av aktör</b>
Robert Hansson	Teknik & försäljning	GDS (Geo Drilling Solution)	Leverantör av borrrustning
Martin Åström	VD, Arbetsledare och Borrare	Alverdens	Leverantör av borrtjänster och mobil vattenrening
Christer Wretman	VD	EDS (Euro Drilling Center)	Leverantör av borrrustning
Juhani Väälisalo	Resources, Consulting & VD	Terramek	Borrtjänstentreprenör
Viktor Peterson	Säljare	Swedish Hyro Solution	Leverantör av mobil vattenrening
Shahab Salehi	Projektingenjör	NCC Sverige AB	Anläggningsentreprenör

Metoden inkluderade också att undersöka kostnader för vattenrening i två fiktiva projektscenarios eller fallstudier. Syftet med fallstudierna var att undersöka förutsättningarna för vattenrecirkulering i två realistiska projektsituationer. Fallstudierna utvecklades baserat på ingående parametrar från verkliga projekt och utifrån vissa antaganden. Båda fallstudierna utgår från vattenhammarborrning och att vatten ska recirkuleras men förutsättningarna skiljer sig åt. Utifrån de två fallstudiebeskrivningarna har vattenreningentreprenörerna lämnat en fiktiv offert eller uppfattning vad vattenrening enligt uppställda krav skulle kosta och hur den borde utformas.

Två studiebesök har genomförts under projektet. Det första var på NCCs projekt Station Hagastaden där vattenhammarborrning genomfördes i mindre skala för ett pilothål inför raiseborrning. Det andra var på projekt Västlänken E09 Rosenlund som drivs av PEAB och där både vattenhammarborrning och recirkulering är metoder som används.

## 4. Resultat

### 4.1 Utmaningar och möjligheter

#### Kostnadsdrivande aspekter

Under intervjuerna påtalades många olika aspekter kring vattenrening och recirkulering som kan vara kostnadsdrivande, dessa redovisas nedan. Däremot är det inte alltid som alla delar är relevanta eller alla delar som krävs.

**VA-taxa** – om ett projekt inte har någon vattenrening eller recirkulering behöver vattnet ledas till spillvattennätet vilket ofta är ett dyrare alternativ, eftersom högre ämneshalter tillåts då vattnet går till de stora kommunala vattenreningsverken för ytterligare rening. Det kan också röra sig om läns- eller processvatten som genomgått vattenreningssystem på byggarbetsplatsen, men att projektet inte har tillgång till dagvattennät, infiltrationsmöjligheter eller recipient i närhet, vilket gör att vatten ändå behöver släppas till VA-nätet. Höga kvävehalter, som är svåra att rena bort i mobila vattenreningsanläggningar är en annan vanlig anledning att vatten släpps till spillvattennätet.

**Reningsanläggningen** – vattenreningsanläggningen kostar ofta mycket pengar. Anläggningen kan antingen köpas in eller hyras och vid etablering/avetablering tillkommer kostnader för detta. Därutöver tillkommer kostnader för **underhåll och kemikalier** till reningsanläggningen samt hantering av **slam- och sediment** som ansamlas under vattenreningen. Detta behöver **tömmas och transporteras** bort vilket är ytterligare kostnader, samt att mottagare av slam ofta har mottagningsavgifter för detta typ av avfall.

**Pumpar och slangar** krävs i extra stor utsträckning när vatten inte bara ska tas omhand eller renas utan också recirkuleras eftersom det innebär mer cirkulära flöden.

En **anmälan om miljöfarlig verksamhet** för utsläpp av vatten till recipient eller **anmälan/tillstånd för vattenverksamhet** kostar pengar och kan vara tidskrävande. Om detta behövs avgörs bland annat av anläggningsarbetets karaktär, utsläppspunkt, hur rent eller smutsigt vattnet är och på vilket sätt det släpps ut eller tas omhand.

Vattenrening tar plats och kräver en viss **yta** på byggarbetsplatsen. Att skapa sig denna yta är något som kan vara kostnadsdrivande. Att ha en liten yta att tillgå kan bidra till att en dyrare reningsanläggning behöver användas.

I de fall när vattenreningen finns med i planeringen från början finns ofta möjlighet att spara pengar. Detta innebär att om det **saknas planering för vattenhanteringen i ett tidigt skede** kan det leda till höga kostnader, eftersom man behöver skapa de förutsättningar som krävs i form av yta och kompetens. Hyran av en mobil reningsanläggning som är anpassad för pågående verksamhet kan också bli kostsam.

Vattenrening kräver viss mängd el, om detta inte finns på plats kan kostnader för tillverkning av **el** genom **generator och bränsle** tillkomma.

**Vinteranpassning** - till exempel tält och värmefläktar för uppvärmning för att hålla rätt temperatur vid reningsanläggningen för att förhindra frysning och att reningsprocessen avtar

**Högre slitage än normalt** kan uppstå vid sämre vattenkvalitet, dvs smutsigt vatten. Detta leder till snabbare slitage på packningar och metalledar i vattenhammaren. Vid väldigt smutsigt vatten finns exempel när packningar behövs bytas dagligen jämfört med normalt en gång per månad.

## Utmaningar

Flera intervjuade påpekade att det kan vara en utmaning med **begränsad yta**, då viss yta krävs för de olika reningsstegen. Om markytan är mycket liten kan det vara svårt att hitta en vattenreningslösning som tillfredsställer vattnets reningsbehov. Samtidigt kan det ge ökade krav på reningsanläggningen (t.ex. behov av kemisk fällning och flockning samt sedimentering i lamellavskiljare). Det är vanligt med brist på ytor i stadsmiljö vilket innebär att det ofta behöver vara mobila containerbaserade lösningar. Dock kan tidig planering kan ge bättre förutsättningar för effektiv och kostnadseffektiv rening.

Kostnad för dricksvatten är relativt låg, vilket gör att besparing i inköpskostnaden inte i sig agerar en tillräcklig drivkraft för att recirkulera vilket är en utmaning som lyftes av flera intervjuade. I vissa fall är det också olika aktörer (t.ex. borrentreprenör) som använder vattnet respektive aktören (t.ex. beställaren eller huvudentreprenören) som betalar för vattenförbrukningen, vilket ytterligare innebär **svaga ekonomiska incitament**.

Processvattnets innehåll och flöden lyftes av flera aktörer som en utmaning. **Ojämna flöden och varierande vattenkvalitet** beroende på jordtyp, pH och exempelvis saltinträngning vid borring i havsbotten eller saltvatteninträngning, gör att reningsanläggningen blir svårare att utforma och behöver justeras under arbetets gång.

Det är en utmaning att använda recirkulerat vatten till flera arbetsmoment på arbetsplatsen. Några exempel på vad renat och recirkulerat vatten kan användas till är dammbindning, blanda betong, kyla maskiner eller driva vattenhammarborr. Under en intervju lyftes att **recirkulerat vatten kvalitetsmässigt kan vara svårt att använda** för betongblandning för betong som ska användas i tunnel. Med det finns exempel på lyckade projekt där recirkulerat vatten till betong ändå har accepterats.

Vattenreningsanläggningar drivs med el. Elbehovet kan variera. Det krävs tillräckligt med el, ett exempel är en anläggning som krävde 125 A för vattenreningen, vilket innebär att projektet behövde ta in en elgenerator. Men många av de intervjuade berättar att **elförsörjning** till vattenrening inte varit ett problem, att det är så många andra delar i verksamheten som kräver mer el. Vid rening vintertid kan dock elfrågan bli viktigt då det kan uppstå ett behov av värmefläktar för att värma tält och värmekablar till vattenledningarna vid **vinterdrift**. Rätt temperatur krävs för att flock och fällningskemikalierna ska fungera som tänkt i reningsprocessen samt att det inte ska frysa i ledningar osv.

**Driftstopp** kan vara en utmaning för utrustning som ska gå dygnet runt och ha kontinuerligt vattenflöde. För sådan utrustning (t.ex. vissa centrifuger) blir det problem när maskiner mm stannar på natten eller helgen. Utrustningen fungerar alltså bättre vid kontinuerligt vattenflöde och för att uppfylla detta är en lösning en bufferttank för orenat vatten och ett lägre flöde från bufferttanken genom reningsanläggningen för att **skapa ett jämnt flöde över tid**. Med dessa lösningar kan man motverka att det saknas vatten i reningsanläggningen att behandla på kvälls- och nattetid samt helger då processvatten inte uppstår.

Beroende på vilket vattenreningssystem som används kan också **servicebehov** bli en utmaning. Det behövs dedikerad personal som sköter kontroll och service av anläggningen. Det finns exempel på vattenreningssystem som är servicekrävande och känsligt för exempelvis igensättning och därför kräver kontinuerlig övervakning.

**Reningskapacitet** är en flaskhals. Mekanisk rening med filter och siktning klarar inte tillräcklig reduktion av suspenderade partiklar, varför kemisk rening med flockningsmedel krävs för att nå kraven på partikelstorlek (50 micron). Kemisk rening är mer plats- och tidskrävande. Reningskapaciteten är dock även något som påverkar produktionstakten om det blir en flaskhals. En av de intervjuade uttryckte att kostnaden för vattenrening är hög, men att få stopp i produktionen är ännu dyrare vilket gör att dessa alltid behöver ställas mot varandra när olika vattenreningsalternativ jämförs.

Recirkulering är tekniskt möjligt men ofta **svårt att motivera ekonomiskt** anser några av de intervjuade. Andra aktörer lyfter att recirkulering kan ha både miljömässiga och ekonomiska fördelar men kräver rätt planering, rätt teknik och förståelse för de lokala förutsättningarna.

En av parametrarna som kan avgöra hur ekonomiskt det blir med recirkulering är projektets längd. I långa projekt med flera entreprenader har beställaren haft möjlighet att köpa in en reningsanläggning som "gått i arv" från en tidigare entreprenad till en senare entreprenad vilket blivit en framgångsfaktor i projektet. Statliga upphandlingsregler gör det svårt att etablera permanenta reningsverk som kan gå i arv mellan entreprenader.

## Möjligheter

I flera intervjuer lyfts vikten av att ha **yta för vattenrening**. Med större yta möjliggörs att ha flera bufferttankar och därmed öka kapaciteten och mängden recirkulerat vatten som kan användas. Med ökad återanvändning av renat vatten (antingen till recirkulering till borrhprocessen eller till andra ändamål, så som bevattning eller dammbindning) så minskar uttaget av dricksvatten. En central del för att få nog med yta för vattenrening är tidig planering. Med en större eller mer anpassad yta för ändamålet kan billigare, mindre teknik- och kemikalieintensiva reningstekniker användas. Ett exempel på detta är större sedimenteringsdammar, där vattenreningen tar längre tid.

I flera intervjuer har **relationen mellan kraven på utsläpp av vatten och vad som krävs av vattenkvalitén för att recirkulera** vattnet diskuterats. Hårda krav på utsläpp av vatten (från exempelvis kommunen) skulle kunna driva på utvecklingen av avancerade

reningslösningar. När dessa avancerade reningslösningar blir vanligare och vattnet renas väldigt rent oavsett recirkulering eller utsläpp kanske steget att välja recirkulering blir mindre i och med att reningslösningen i stort sett redan finns på plats.

Den generella uppfattningen är att **det är tekniskt möjligt i teorin, att med mobil vattenrening rena vattnet** till den grad som krävs för att recirkulera till vattenhammarborrning. Det går att rena till partikelstorlek under 1 micron ( $\mu\text{m}$ ), och en vattenhammare kräver att partiklarna är mindre än 50 micron ( $\mu\text{m}$ ), se tabell 3. I praktiken vågar projekt **inte ta risken** att använda renat vatten för recirkulering eftersom risken är att vattnet inte är tillräckligt rent vilket kan skada maskiner, pumpar eller utrustning på olika sätt är för stor. Skada på maskiner, pumpar eller likande kan i sin tur leda till produktionsstopp vilket i många projekt är det största problemet och kostnaden. Det är dessutom osäkert vem som ansvarar för risken/ osäkerheten om recirkulering med renat processvatten sker.

En möjlighet för recirkulering är om **resiliens och framtida krav** blir viktigare. En minskad färskvattenförbrukning är en viktig aspekt särskilt med ökande vattenbrist och restriktioner kring vattenanvändning (exempel: Stockholm stoppade bevattning sommaren 2025). Kommuner och VA-aktörer kan börja begränsa både färskvattenleveranser och mottagning av spillvatten, vilket gör recirkulering till en strategiskt viktig lösning. Under en intervju lyftes också möjligheterna med att "producera" eget rent vatten och antingen använda för att fylla våtmark eller sälja vidare till andra projekt eller aktörer som har behov av att kunna bevattna även när det finns restriktioner kring färskvattenuttag.

Recirkulering är ett sätt att minska **mängden vatten som släpps ut på spillvattennätet**. Om vattnet recirkuleras används samma vatten om och om igen på byggarbetsplatsen innan en mindre mängd släpps ut. Om vattnet kan släppas till spill eller dagvattennät eller till recipient styrs ofta av krav från ledningsägarna. Vid vattenverksamheter blir tillståndsvillkor från mark och miljödomstolen styrande. Om vattnet behöver släppas till spillvattennät på grund av dess innehåll är det ofta en kostnadsfråga att minska denna mängd vatten vilket då kan bli ytterligare en möjlighet för recirkuleringen.

Kostnader för vattenreningen ses ofta som rena miljökostnader, ett måste för att ta hand om föroreningar och kemiskt innehåll i vattnet. Men under en intervju lyftes att vattenreningen också kan ses som **en försäkring för produktionsstopp**, och inte bara en miljökostnad. Produktionsstopp kan vara till följd av att man inte klarar utsläppskrav (utifrån miljödom) för att befintlig reningsanläggning är underdimensionerad och/ eller att vattnet inte renats till tillräckligt hög grad. Vattenreningskostnaderna är dyra men ett produktionsstopp är ännu dyrare.

### **Drivkrafter för att recirkulera**

Drivkrafter eller nyckelfaktorer för att få till en recirkulering av vatten är **begränsning i ledningsnätet**, både till och från arbetsplatsen. Detta eftersom vid recirkulering belastas inte ledningsnäten till eller från arbetsplatsen på samma vis. Ett exempel som lyftes vid intervju var att kvaliteten på dricksvatten var dålig vid uttag med högt flöde,

då ett högt flöde gjorde att gammal smuts från gamla ledningar drogs med. I och med detta uppstod ett incitament till recirkulering eftersom inkommande vatten var av dålig kvalitet. Ett annat exempel var att det fanns krav på ett maximalt flöde som fick släppas till avloppsledningsnätet, vilket i praktiken gjorde att det krävdes recirkulering för att få ner flödena till det som var tillåtligt att släppa ut till avloppsledningsnätet. Att det är en maxgräns i vad reningsverket vill ta emot av utsläppt vatten är också en möjlighet och för att undvika att överskrida detta kan recirkulering vara ett alternativ. Om man inte kan recirkulera eller släppa ut vattnet är alternativet att lagra det. Vid tunneldrivning finns det ofta plats i den utsprängda tunneln att lagra eller magasinera vatten tillfälligt med inte hur mycket som helst, medan i andra typer av projekt är platsbristen ofta ett större problem och lagring av vatten blir därför inte aktuellt.

Hur kravet på recirkulering från beställaren ser ut och vilken roll det spelar är något som diskuterats under flera intervjuer. Många entreprenörer lyfter vikten av att det finns krav från beställaren på recirkulering om det ska bli aktuellt eftersom det är så pass dyrt vilket innebär att en entreprenör inte kommer att föreslå recirkulering om man inte får betalt för metoden. Ska recirkulering bli värdeskapande även för entreprenören och inte bara beställaren måste det **kravställas**. Anledningen till kravställning från beställaren kan bero på exempelvis platsbrist eller miljö, t.ex hårda utsläppskrav till recipient. Att kravställning kommer ovanifrån nämns av en intervjuad beställare. Det vill säga att även beställaren vill ha kravställning eller direktiv ovanifrån. Detta kan vara att en VA-aktör ställer hårdare krav än i nuläget, exempelvis att begränsad färskvattenleverans till projektet eller att projektet får begränsningar i utsläppsmängd på VA-nät. En beställare lyfter att recirkuleringen behöver skapa värde även för beställaren. Vattenhantering är normalt ett hjälparbete som entreprenören ansvarar för och har det inget värde för entreprenören har det normalt inte värde för beställaren heller.

Vid intervjuer framkom att **krav och villkor avseende vattenhanteringen måste skrivas in i den tekniska beskrivningen** från start. Om det inte är fallet och entreprenören inser att utsläppskrav inte kan uppfyllas finns risk att det blir ÄTA (ändring, tillägg, avgående) arbeten.

Under en intervju uppkom funderingen om vatten alltid behöver renas till en hög reningsgrad som fungerar både för recirkulering och utsläpp. Eller om det är möjligt att rena till en lägre grad för recirkulering och sen när vattnet ska släppas ut kan man ta dit mer rening för att klara utsläppskrav till recipient/ VA-nät. På detta sätt anpassas reningen till ändamålet och den kan eventuellt bli mer kostnadseffektiv, vilket i sig kan vara en drivkraft.

### **Exempel på recirkulering i entreprenader**

Det finns flera exempel på recirkulering från projekt med utbyggda tunnelbanan i Stockholm. Till exempel gjordes spränghålsborrning vid tunnelbaneutbyggnaden vid Sockenplan med Alverdens som underentreprenör. I Sockenplan användes vid topphammarborrning 3 riggar där vardera rigg använde 150 l vatten per minut, som kunde recirkuleras tillbaka in i processen. Projekten i tunnelbanan arbetar med BREEAM Infrastructure, tidigare CEEQUAL, där ett bedömningsområde är vatten.

I ett projekt med raiseborrning där Envytech skötte vattenreningen har vatten recirkulerats på grund av begränsad tillgång till dricksvatten. Det fungerade bra tack vare tydliga krav och magasineringslösningar. Bufferttankarnas volym var 25m<sup>3</sup> in, innan reningsanläggningen, och 50 m<sup>3</sup> ut till pumpen som gick till borrhjellen. Borrhjellen använde max 30 m<sup>3</sup> vatten per timme och användes under vanliga arbetstider. Projektet sparade betydande mängder vatten, det cirkulerade ca 100 m<sup>3</sup> i systemet. Ett annat exempel med raiseborrning är i Station Hagastaden, där behövdes endast 3 m<sup>3</sup> vatten köpas eftersom recirkulering användes vilket minskade behovet av dricksvatten.

Ett annat exempel är att recirkulering skedde vid tunneldrivning för Anslutningsspår Farstagrenen (FUT och Implenia). Ett centralt skäl till att recirkulering infördes var att anslutningen till spillvattennätet inte klarade det höga flödet (krav på reningsverk: 40 l/s, tillåtet utsläpp: ca 14 l/s). Detta gjorde att recirkulering planerades för redan i projekteringskedjet. Det återanvända vattnet användes till blandning av injekterings- och bultbruk, dammbindning och bevattning. Totalt över hela projektet var recirkuleringsgraden ca 85%. Kostnad för reningsanläggningen var 5 miljoner kronor. Anläggningen fanns på plats när Implenia började och kunde "ärvas" från tidigare entreprenör. En lärdom är att en bra reningsanläggning lönar sig i längre projekt eller om anläggningen kan återanvändas i flera entreprenader på platsen. Vid projekt med tunneldrivning är Implenias erfarenhet att det generellt fungerar bra att recirkulera vatten, där recirkulerat vatten används för dammbekämpning och bevattning av krossat berg.

Företaget Keller Grundläggning har erfarenhet av projekt där sjövattnet nyttjades vid vattenhammarborrning. Sjövattnet kunde användas efter enklare rening (filter och sedimentation). Detta är exempel på att annat vatten än rent dricksvatten kan användas.

Keller har två exempel från när vatten har recirkulerats. Båda fallen hade begränsad yta och krav från beställare men det fungerade endast delvis eftersom det ledde till ökat slitage på borren och därmed lägre produktivitet i projektet.

Det finns entreprenörer med erfarenhet av att försöka recirkulera vatten vid tunnelsprängning. Vid användning av konventionellt sprängmedel innehållande ammonium så har problem uppstått med otillräcklig rening av ammonium i den mobila reningsanläggningen vilket i sin tur kan leda till frätskador på betongledningarna. I dessa fall har i stället mer färskvatten behövt tillsättas för att minska koncentrationen av vattnet.

Försök med renat processvatten för dammbindning har gjorts i liten skala. Det finns även exempel där renat processvatten använts till bevattning.

Det kan i flertalet projekt vara tekniskt möjligt att recirkulera vatten men inte prioriterat på grund av tid, kostnad, platsbrist, stort fokus på att uppfylla utsläppsvillkor och undvika produktionsstopp.

## Krav på vatten till maskiner

I tabell 3 redovisas krav på vatten för borrh som används vid vattenhammarborrning samt vilken eventuell konsekvens för maskinen som uppkommer om vattnet inte uppfyller kraven.

Tabell 3: Tabellen redovisar krav på vatten för drift av vattenhammare från DrillKings WAI serie respektive information från Keller.

<b>Aspekt som vatten behöver klara</b>	<b>Krav</b>	<b>Konsekvens för maskiner om vattnet inte uppfyller kravet</b>
<b>DrillKing</b>		
Filtrationsgrad	50 micron (µm)	Partiklar tränger in i pumpar och ventiler → ökat slitage
Max partikelhalt	150 mg/l	För snabb materialnötning i hammare, tätningar och pumpar → kortare livslängd och fler haverier.
Max hårdhet	20 dH	Kalkavlagringar i kanaler och munstycken → flödesminskning och försämrad kylning.
Max hårdhet (CaCO <sub>3</sub> )	100 mg/l	Utfällningar som blockerar ventiler och slagkamrar → driftstopp, högre servicebehov
Max järninnehåll (Fe)	0,5 mg/l	Beläggningar och rostutfällningar → igensättning och ökat slitage på rörliga delar.
Max kloridinnehåll (Cl)	100 ppm	Korrosion på ståldelar, pumpar och kopplingar → risk för läckage och haveri.
Max sulfatinnehåll (SO <sub>4</sub> )	100 ppm	Kemiskt angrepp på metaller och tätningar → förkortad livslängd på utrustning.
Max innehåll av fritt fosfat (PO <sub>3</sub> )	50 ppm	Kemisk påverkan på tätningar och smörjmedel → nedsatt funktion i hammaren
Max innehåll av fritt klorin	1 mg/l	Nedbrytning av gummi- och plastdetaljer → läckage och funktionsfel
pH	6,5 – 8,5	För surt eller basiskt vatten → korrosion eller kemisk påverkan på tätningar och ventiler.
<b>Keller</b>		
Partikelstorlek	Vanligtvis 50 micron (µm), men vissa hammare har tolererat 250 micron (µm)	Sämrre vattenkvalitet → snabbare slitage på packningar och metalldelar i hammaren.  Vid smutsigt vatten har packningar behövt bytas dagligen, eller flera gånger/ dag. Normalt är en gång per månad.

Tabellen är uppställd för att spegla krav från datablad avseende drift av vattenhammare från DrillKings WAI serie respektive information från Keller som framkommit vid intervju. Utifrån tabellen går det att tolka att DrillKing har fler och högre krav än Keller, vilket inte är fastställt då Keller inte redovisat utifrån datablad utan informationen har framkommit vid intervju.

## 4.2 Fallstudier

I projektet har två fiktiva projektscenarios eller fallstudier undersökts för att lättare specificera vattenmängder, borrheter, kostnader och vattenrening för ett typiskt projekt. Fallstudierna baseras helt eller delvis på verkliga projekt med kompletterade information från andra erfarenheter samt viss fiktiv information för att få kompletta scenarios. Fallstudierna har varit grunden till de kostnadsuppskattningar vattenreningsentreprenörerna lämnat. Detaljerade beskrivningar av fallstudierna samt frågan till vattenreningsentreprenörerna återfinns i bilaga 1.

### Förutsättningar och beskrivning av projekt 1

Ett grundläggningsprojekt mitt i Göteborg med begränsad yta. Geologin i området är "göteborgslera" ca 20 kPa ner till berg samt att det finns känsliga konstruktioner i omgivningen. Projekt 1 är beskrivet i figur 4.

RD220 pålar ska borraras med vattenhammare. Medellängden för borrade pålar är 24 m. Borrning sker med två riggas parallellt och man borrar ca 80 meter per dag. Borrning sker i en tät grop där vatten samlas upp. Vattnet måste hanteras och renas innan utsläpp till recipient enligt riktvärden.

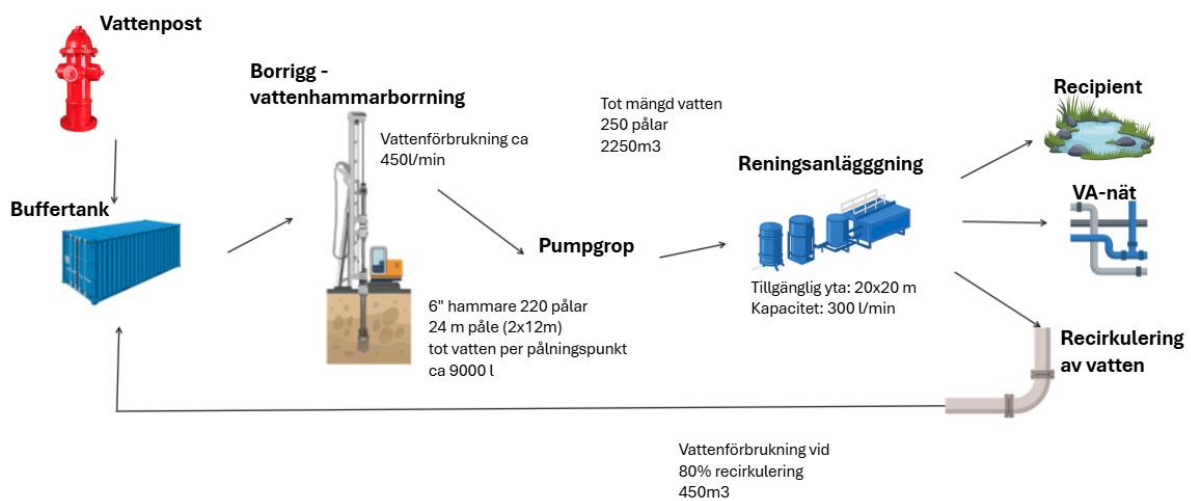
Vattenhammaren som används kräver ett vattenflöde på 450 l/min. Det innebär att vattenförbrukningen är 9000 liter per borrade punkt. Total vattenförbrukning för 250 pålar á 24 meter är 2250 m<sup>3</sup>. Det motsvarar dygnsförbrukningen för 16 000 personer (140 liter per person och dygn). Kostnaden för vattnet blir 50 625 kr när vattnet kostar 22,5 kr/ m<sup>3</sup> från vattenpost.

Vid 80 % recirkulering av vatten är total vattenförbrukning 450 m<sup>3</sup> vilket ger en vattenkostnad på 10 125 kr. Totalt kan projektet minska inköpskostnaden för vatten med 40 500 kr genom recirkulering.

Vattenreningsanläggningen behöver ha en 40 m<sup>3</sup> stor buffert och klara av att rena 300 liter vatten per minut.

Ingående vatten har ler och silt-partiklar i vattnet med hög suspalt (4700 mg/l) och konduktivitet (1370 mS/m), högt pH (12,7) och en del metaller enligt bifogad fil, se bilaga 1.

En yta på 20 m x 20 m finns tillgänglig för uppställning. Vattenrening ska i första hand ske så att det går att recirkulera tillbaka till vattenhammarbora.



Figur 4: Schematisk bild över projekt 1 i fallstudien

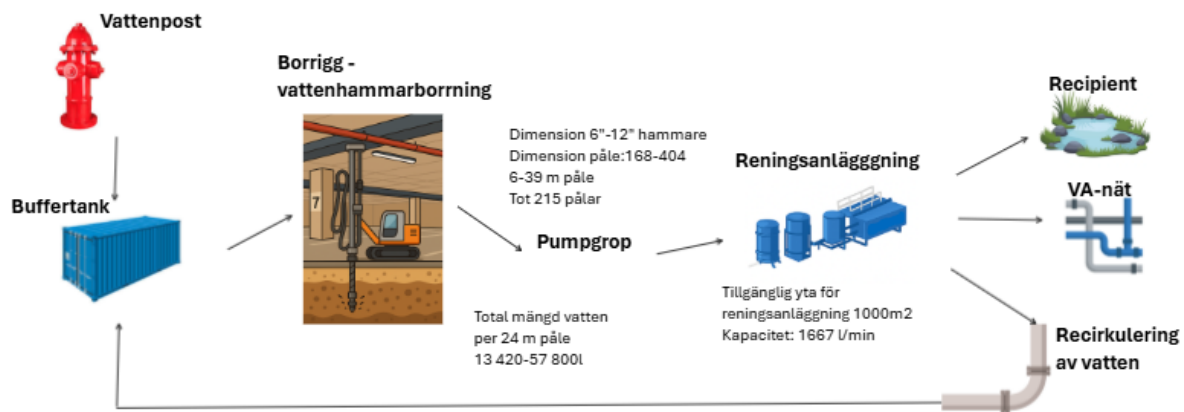
## Förutsättningar och beskrivning av projekt 2

Projekt lokaliserat i Göteborg där befintlig fastighet ska växlas av på stålrörspålar för att klara att hållas intakt medan järnvägstunnel byggs under. Projekt 2 är beskrivet i figur 5. Pålarnas längd är mellan 6 och 39 meter. Projektet har mycket begränsad yta runt befintlig fastighet, varför borrningen av pålar måste anpassas. Vissa stålrörspålar i större dimensioner kan borraras utanför byggnaden, medan de mindre pålarna måste borraras invändigt i byggnaden, då med mindre riggar som klarar mindre diameter på pålar. Totalt borraras 215 pålar. Vattenmängden som går åt per påle varierar beroende på hammarens och pålens storlek, mellan 13000 och 57800 liter per 24 meter påle.

Ytan tillgänglig för reningsanläggning är 1000m<sup>2</sup>. Reningsanläggningen ska klara av att rena 1667 liter vatten per minut.

Ingående vatten har generellt susp över 100-150 mg/l och högt pH omkring, vid tillfällen upp till pH 11. Vattnet har ibland också hög konduktivitet, ca 2000 ms/m. Detta beror på höga kloridhalter på grund av borrning i gammal havsbotten).

Vattenrening ska i första hand ske så att det går att recirkulera tillbaka till vattenhammarbör, se specifikationer nedan. Övriga parametrar renas till riktvärden nedan.



Figur 5: Schematisk bild över projekt 2 i fallstudien

### 4.3 Kostnader för rening

Kostnader för rening utifrån fallstudierna specificerat enligt önskad uppställning har inte kommit in, men några vattenreningsleverantörer har lämnat uppgifter för rening som skulle klara liknande förutsättning som finns i fallstudierna.

Kostnader för en reningsanläggning redovisas i tabell 4. I tabellen redovisas för Envytech både kostnader för en mer avancerad rening med filtrering och maxkapacitet på ca 30 m<sup>3</sup>/h som kan rena vatten från partiklar och reglera pH, samt bufferttank för magasinering av vatten. Den enklare reningen är avsedd för situationer när man endast renar från partiklar och reglerar pH. Från Swedish Hydro är kostnadsuppskattningen mer generell.

Tabell 4: Tabell över reningskostnader för mer avancerad rening

<b>Kostnadspost</b>	<b>Ungefärlig kostnad</b>
<b>Envytech - mer avancerad rening med filtrering och flöde 30 m<sup>3</sup>/h</b>	
Etablering	70 000 kr
Hyra	25 000 kr/vecka
Förbrukningsmaterial	Kemikalier 2-3 kr/ m <sup>3</sup> vatten
Service och underhåll	4000-6000 kr/vecka
Avetablering	60 000 kr
Ej inkluderade kostnader: sugbil, tippavgifter för sedimenterat material	Ej inkluderat
<b>Envytech - enklare rening, endast partiklar och pH reglering och flöde 10-15 m<sup>3</sup>/h</b>	
Hyra	25 000 kr / vecka
<b>Swedish Hydro</b>	
Hyra	20 000 – 38 000 kr/vecka

Säljare från leverantören Swedish Hydro beskriver att en anläggning som klarar kraven enligt fallstudierna ligger normalt kring 20 000 – 38 000 kr/vecka (80 000 -150 000 kr/mån), beroende på flöde som anläggningen ska klara av. Detta inkluderar då rening

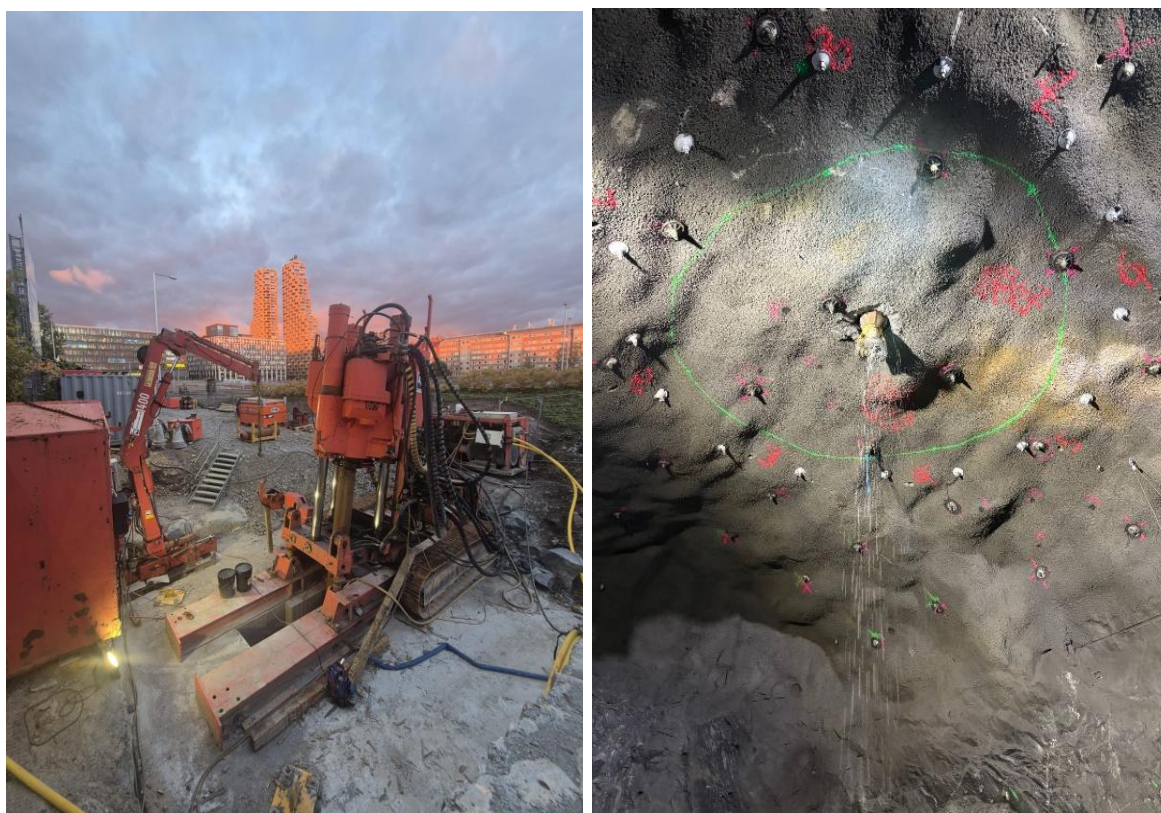
av länsvatten och produktionsvatten och består av pH-justering, flockning, fällning följt av sedimentation i lamellavskiljare/containers. I vissa reningsanläggningar ingår också sandfiltrering som sista steg.

I projektexempel 1 minskade inköpskostnaden av dricksvatten vid recirkulering med ca. 40 000 SEK. Dock ser man i tabell 4 att kostnaden för reningsanläggning är betydande, vilket gör att det sällan blir någon ekonomisk vinning av att recirkulera när kostnaden för reningsanläggning är en förutsättning för recirkuleringen. Dock kan man se reningsanläggningen som nödvändig ur miljösynpunkt för att uppfylla utsläppsvillkor, oavsett om man recirkulerade eller inte, varför man också kan argumentera att kostnaden för reningsanläggningen inte nödvändigtvis ska minska den ekonomiska vinningen av att recirkulera vatten.

Ytterligare en kostnad kommer från material som centrifugeras bort, sedimenteras eller på annat sätt blir biprodukt från reningen. Materialet blir ett avfall som behöver köras bort. Beroende på halter av föroreningar samt vattenhalt i materialet kan mottagningsavgiften hos mottagningsanläggningen variera. Slam och förorenade massor är generellt dyrare att köra bort, medan torrare massor utan föroreningar är billigare.

#### 4.4 Studiebesök Station Hagastaden

Studiebesök vid Station Hagastaden genomfördes 13/10 av Mikaela Lindberg som besökte projektingenjör Shahab Salehi på NCC och produktionspersonal hos underentreprenören Master Drilling, bland annat Nelson Caceres Vasquez. Hagastaden är en ny station på utbyggda tunnelbanan i Stockholm. I arbetet genomfördes en genomföring för luftning/ventilation med hjälp av vattenhammarborrning för pilothålet och sedan gjordes luftningshålet med hjälp av raiseborrning, se figur 6.



Figur 6: Till vänster: Utrustningen för raise borring. Till höger: genomslag av pilotborrhålet. Fotografier tagna av Nelson Cerceres Vasquez.

I borrhålet av pilothålet kunde vatten recirkuleras. Ungefär 80-100 l/min beräknades användas för kylning av hydrauliska aggregatet. Ca. 8 m<sup>3</sup> dricksvatten fylldes initialt på av NCC som huvudentreprenör, som sedan kunde recirkuleras av Master drilling, efter sedimentation genom två sedimentationscontainrar á 18 m<sup>3</sup>. Enligt Master drilling är det tryckpumparnas behov som styr hur mycket vatten som behövs.

En stor del av vattnet som används i processen kan sugas tillbaka till containrarna tills hålet får genomslag. Att suga tillbaka vattnet är även huvudmetoden för att få upp borrhaxet med stempulver. Vid genomslag kom en del vatten ner i tunneln, se bild 3 i figur 7.



*Figur 7: Fotografier tagna av Shahab Salehi. Bilder från vänster;  
Bild 1: sedimenteringscontainer 1 med borrhslam,  
Bild 2: sedimenteringscontainer 2 med vatten för recirkulering,  
Bild 3: vatten som kom ner i tunneln efter genomslag av pilothål.*

#### **4.5 Studiebesök Västlänken Rosenlund**

Studiebesök på Projekt Västlänken E09 Rosenlund genomfördes 1/12 av delar av referensgruppen. Det var Alva Tangfelt, Mikaela Lindberg, Zimon Gustafsson och Göta Sörqvist som besökte Amanda Koch, miljösamordnare på PEAB. Under studiebesöket visade Jonas Astonson, arbetsledare vatten- och masshantering, reningsanläggningen på byggarbetsplatsen. Upplägget för dagen var en kort presentation där projektet introducerades inklusive status för projektet vid studiebesöket samt vad som är planerat framåt. Efter introduktionen på projektkontoret gick deltagarna ut för att titta på vattenhammarborrning och projektets vattenreningsanläggning samt tittade på hur de förberett för recirkulering. Dock hade man inte kommit i gång med recirkuleringen vid tidpunkten för studiebesöket.

#### **Kort fakta om projektet**

Projektet är en del av Västlänken, en järnvägstunnel genom Göteborg. Vattenhammarborrning genomförs för att en befintlig fastighet ska växlas av på stålörspålar för att klara att hållas intakt medan järnvägstunneln byggs under. Runt befintlig fastighet är det mycket begränsat med yta men vissa stålörspålar kan utföras utvändigt i större dimensioner, medan de mindre pålarna måste utföras invändigt, då med mindre riggas som klarar mindre diameter på pålar.

Förutom vattenhammarborrning för stålörspålar under befintlig fastighet ska järnvägstunneln byggas i lera delvis under Rosenlundskanalen samt i berg.

## Vattenhammarborrning

Vattenhammarborrning utförs under byggnaden "Skattehuset" för att förstärka pålningen. Fastigheten ska växlas av på nya stålrörspålar för att hållas intakt när ny järnvägstunnel byggs under befintligt hus.

Då takhöjden är begränsad krävs en "micromaskin" för utförandet, slaglängden per pålelement är begränsad till 1,5m och skarvas ihop med en gängad skarvhysla, se figur 8.

En utmaning med utrymmet är att det är trångt och lågt i tak i och med att man förstärker under garaget i byggnaden.

Borrning för pålar sker under befintligt källargolv, se figur 9.



Figur 8: RD – borrning med Vattenhammare i källaren på skattehuset.  
Fotografi taget av Amanda Koch



Figur 9: Ursparing genom källargolvet där pålarna borras. Det yttre röret på bilden är det som sedan bildar pålen, inre röret på bilden roterar och förser hammaren med vatten för drivning, när installationen är klar plockas det inre röret upp ur röret.  
Fotografi taget av Amanda Koch

## Vattenrening

Avvattning och centrifug var precis flyttad när studiebesöket genomfördes. Vi fick titta på platsen där den stått, precis bredvid reningsanläggningen där det var rester kvar från sand som centrifugerats bort, se figur 10. Den nya avvattningen och centrifugen är under uppbyggnad, den ska bli större än vad den tidigare var för att kunna hantera allt projektets vatten.

Reningsanläggningen var placerad i tält för vintersäkring, se figur 11. Vi fick se hela anläggningen och hur det är uppbyggt nu när recirkulering av reat vatten inte sker samt hur det är förberett för att kunna starta igång recirkulering av reat vatten.

Vattnet som renats i processen på projektet blir väldigt klart, se figur 12. Personal från projektet som har ansvar för vattenreningen tror inte att det är några problem att återanvända vattnet till vattenhammarborrningen men underentreprenör som är ansvarig för borrningen har inte godkänt att använda annat än dricksvatten.

Under rundvandringen på projektet diskuterade vi även platsen som krävs för rening och vattenhantering - och utmaningen att när platsen frigjorts för just vattenrening ska den behållas för just det ändamålet innan vattenreningsanläggningen är på plats. Detta har visats sig vara en utmaning framför allt när det generellt är trångt på projektet och många andra discipliner gärna tar platsen i anspråk. Planering och gränsdragning blev viktiga delar.



Figur 10: Platsen där avvattning och centrifug tidigare stått, på bilden syns rester från sand som varit i vattnet. Fotografi taget av Amanda Koch



Figur 11: Överblick över reningsanläggningen i tältet. Fotografi taget av Amanda Koch



Figur 12: Renat vatten ut från reningsanläggningen för provtagning. Fotografi taget av Amanda Koch

Gasbildning i form av svavelväte som bildats från reningsprocessen har skapat problem i den inneslutna miljön i tälten, framför allt har det varit ett arbetsmiljöproblem. Gaslarm har installerats och personal som ska vistas i tälten med reningsanläggningen tidvis har behövt använda andningsmask.

De kemikalier som används i reningsanläggningen ska fungera för alla tänkbara föroreningar och variationer i det vatten som går in i anläggningen. I figur 13 redovisas bilder från de olika reningsstegen.

Projektet har skapat alla förutsättningar som finns för att kunna ta ut renat vatten från anläggningen så det går att pumpa över vatten till tankar som kan användas igen på området. Ex för dammbindning.



Gångbro ovanför vattenreningscontainrar



Smutsigt vatten in i reningsanläggningen



Kemikalier tillsätts i containrar



Lamellavskiljare som en del i reningen

Figur 13: Olika delar av reningsanläggningsanläggningen. Fotografi taget av Amanda Koch

#### 4.6 Checklista/ förutsättningar för recirkulering vid vattenhammarbörning

Resultatet från projektet har visat att för att få till recirkulering bör man planera för detta i tidigt skede. Det finns flera aktörer, till exempel beställare, entreprenör och eventuellt underentreprenör och leverantör av mobil vattenrening, som måste samordna risker och möjligheter för att få till möjligheten till att recirkulera vatten. I tabell 4 följer en sammanfattning av aspekter som behöver klargöras för att möjliggöra recirkulering.

Tabell 4: Tabellen redovisar aspekter som bör undersökas för att skapa förutsättningar för recirkulering

Aspekt att beakta	Kommentar
Tillgång till vatten	Är vatten en "brist" eller begränsning (antingen in eller ut)?
Kontraktspart / Rådighet	Vem köper in vatten? Vem äger/hyr fastigheten där arbetet ska utföras?
Yta för rening	Vilken yta finns tillgänglig? Vilken yta finns möjlighet att skaffa sig?
Utsläppskrav och möjliga utsläppspunkter	Vilka utsläppskrav finns? Hur förhåller sig utsläppskraven i jämförelse med maskinkrav för vatten? Går det att välja reningsteknik som uppfyller båda kraven?
Vattenflöden som uppstår	Hur stort vattenflöde kommer att uppstå (momentant) och hur stort vattenflöde ska reningsanläggningen klara av? Vilken vattenvolym skulle man kunna hålla som buffert (före rening respektive av renat vatten)?
Ansvar för flöden och vattenkvalitet, garantiansvar vid eventuella skador på borrarutrustning	Är det klarlagt vem som står för eventuella skador på maskiner som använder recirkulerat vatten och/eller stillestånd om recirkuleringen inte fungerar som det ska?
Krav på vatten till maskiner	Vilka krav på ingående vatten har maskinerna som ska användas?
Ansvar för reningsanläggningens funktion	Finns en utpekad person dedikerad till kontroll och service av reningsanläggningen? Vid större projekt kan detta kräva en heltidstjänst.
Markförhållanden	Hur är geologin? Typ av mark? Föroreningssituation? Vilka effekter har detta på vatten som ska hanteras?
Möjlighet till magasinering av vatten	Krävs bufferttankar för att magasinera vatten för att skapa jämnare flöden och/eller säkra tillräcklig mängd vatten? Hur stor volym? Finns ytan för dessa?
Driftsäkerhet och risk för produktionsstopp	Hur känsligt är bormomentet för minskad vattenkvalitet? Hur hanteras risken för driftstopp som uppstår om reningen inte uppfyller ställda krav? Finns till exempel bufferttankar eller möjlighet att använda både recirkulerat vatten och dricksvatten i bormningen?
Vinterdrift och temperaturberoende rening	Vilka åtgärder (täkt, värmekablar, fläktar) krävs för att reningsanläggningen ska fungera vid kyla? Hur påverkas reningsanläggningen vid låga temperaturer?
Hantering av avfall och slam	Vilka föroreningshalter och vattenhalt har slam och sediment som uppstår från reningen? Hur ska detta hanteras, klassas och transporteras?

## 5. Diskussion

Erfarenheten av att recirkulera vatten vid vattenhammarborrning är begränsad. Under projektet har det blivit tydligt att det finns krav på vattenkvaliteten för vatten som ska kunna recirkuleras. Uppfylls inte dessa krav finns risk för ökat slitage på borrarutrustning och pumpar. I flertalet intervjuer och studiebesök har ansvarsfrågan diskuterats. Vem ska ta ansvar för eventuellt ökat slitage om vattenkvaliteten inte uppfylls? Vem tar ansvar för förseningar? Hur vet man att driftstoppet beror på det recirkulerade vattnet? Eller inte beror på recirkulerat vatten? Vem ska bevisa? Det blir en extra osäkerhet om projekt är tidspressade från början.

Att recirkulering av vatten vid vattenhammarborrning kräver god vattenkvalitet har varit en av anledningarna till att andra typer av arbetsmetoder inkluderats. Det har visats sig att andra arbetsmetoder lämpar sig bättre för recirkulering än vattenhammarborrning, främst på grund av att andra arbetsmoment inte är lika känsliga för hur rent vattnet är eller dess innehåll som just vattenhammarborrning. En av dessa metoder där det är lättare att få till recirkulering är konventionell bergborrning, tunneldrivning.

Projektet har fått prisuppgifter för mobila reningsanläggningar från Envytech och Swedish Hydro Solutions. Projektet hade dock svårt att avgöra om kostnaderna skiljer sig åt om det gäller rening för utsläppskrav eller rening för att uppfylla kraven från maskintillverkarna för att kunna recirkulera, vilket hade varit av intresse för att dra slutsatser. Att det är svårt att räkna på kostnader kan vara ett exempel på att det finns många parametrar att ta hänsyn till när man planerar för mobil vattenrening och att anläggningen som planeras blir projektunik.

Intervjuer visar att entreprenörer saknar ekonomiska incitament att recirkulera vatten på egen hand och menar att krav måste komma från beställaren. Samtidigt anser beställare att vattenhantering och metodval är entreprenörens ansvar och därför något de inte vill styra, för att undvika ökat ansvar. Funktionskrav kan däremot vara aktuella, exempelvis begränsningar i flöden.

Vissa beställare tror även att framtida krav från vatten- och avfallsbolag kan driva fram mer recirkulering. Den rådande situationen – där entreprenörer efterfrågar krav, beställare inte vill kravställa och båda parter upplever recirkulering som kostsam och riskfylld – skapar ett motstånd mot att införa recirkulering. Synen på risk varierar också: vissa entreprenörer är villiga att acceptera ökat slitage och stillestånd, medan andra ser större ekonomiska risker och är mer negativa till att recirkulera.

## 6. Slutsatser

Projektet visar tydligt att det är möjligt att ha recirkulering av vatten vid vattenhammarborrning, men att förutsättningarna är starkt projektunika och påverkas av både tekniska, logistiska, ekonomiska och organisatoriska faktorer. Nedan sammanfattas de viktigaste slutsatserna.

Begränsningar i vatten- och avloppsnätet är en av drivkrafterna. Exempel är låg kapacitet i spillvattennät, maxflöden som inte får överskridas och brist på dricksvattentillgång. Även skärpta utsläppskrav från kommuner och tillsynsmyndigheter driver behovet av avancerad rening, vilket samtidigt gör recirkulering mer realistiskt.

Möjligheterna är att tekniken redan finns, mobil vattenrening kan i teorin nå de partikelstorlekar och vattenkvaliteter som krävs för vattenhammarborrning. I projekt med tillräcklig yta, jämna vattenflöden och rätt planering fungerar recirkulering och ger stora besparingar i vattenanvändning. Recirkulerat vatten kan även användas till andra arbetsmoment såsom dammbindning, bevattning och blandning av injekteringsbruk, vilket minskar behovet av färskvatten ytterligare.

Ytbrist på arbetsplatsen är en av de största begränsande faktorerna. Avancerad reningsteknik kräver plats för bufferttankar, containrar och logistikyor. Oregelbundna flöden och varierande vattenkvalitet (pH, partiklar, salthalt) ställer höga krav på reningsanläggningens kapacitet och flexibilitet. Driftsäkerheten är kritisk och många entreprenörer väljer därför hellre dricksvatten än renat vatten i känslig borrutrustning för att undvika produktionsstopp. Det är också otydligt vem som tar kostnaden om borrutrustning skadas av recirkulerat vatten.

Mobil vattenrening innebär betydande kostnader för etablering, hyra, drift, kemikalier och slamhantering. Exempel från fallstudierna visar att vattenbesparingen ekonomiskt är liten, på grund av hög kostnad för reningsanläggning men att undvika utsläpp, uppfylla krav och minska belastning och kostnad förknippade med utsläpp till VA-nät kan motivera recirkulering ur ett helhetsperspektiv.

Sammanfattningsvis så är recirkulering vid vattenhammarborrning tekniskt fullt möjligt, men kräver att ett antal centrala förutsättningar är uppfyllda: tidig planering, tillräcklig plats, tydliga ansvarsförhållanden, samt en anpassad reningslösning som klarar både maskinkrav och utsläppskrav. Utan dessa förutsättningar riskerar recirkulering att bli dyrt, osäkert eller att försämra produktionstakten.

Vattenfrågan är därmed projektunik och komplex, vilket gör det svårt att ta fram en generell lösning. Däremot visar projektet att när förutsättningarna hanteras strukturerat och i tidigt skede kan recirkulering ge både miljömässiga och logistiska fördelar, samt bidra till minskat uttag av dricksvatten i bygg- och anläggningsprojekt.

## Litteraturförteckning

Svenska Geotekniska föreningen. (2026). Vattenreningsmetoder.  
<https://atgardsportalen.se/vattenreningsmetoder/> (Hämtad 2026-02-13)

Figur 1-3: Wassara – Water powered drilling the eater hydraulic DHT technology  
[1400007\\_Wassara-technical-brochure\\_ENG-2022\\_01.pdf](#)

## Bilaga 1 - Fallstudiebeskrivning och fråga till vattenreningsentreprenörerna om kostnad och design på reningsanläggning

Nedan är den hela fråga som ställdes till vattenreningsentreprenörerna samt all bakgrundinformation om de två fallen samt gränsvärden för vatten mm.

### Önskade uppgifter

- Beskrivning av reningsanläggning /reningssteg och funktioner (t.ex. pH-justering).
- Kostnad enligt nedan för båda casen samt kostnader som kan tillkomma (t.ex. pumpar, slangar t.ex. för att transportera tillbaka, värmetält, värmefläktar)

Om kostnader varierar eller är svåra att uppskatta, är det okej att redovisa i ett spann eller bara redovisa kända uppgifter

	Kostnad för reningsanläggning: - fast hyra per månad	Kostnad för förbruknings artiklar (kem, kolsyra) per månad	Etablerings- och avetableringskostnader
Kostnad som klarar krav vid recirkulering			
Kostnad vid utsläpp till recipient enligt Stockholms stads riktlinjer kolumn 1			
Kostnad vid utsläpp till recipient enligt Stockholms stads riktlinjer kolumn 2			
Kostnad vid utsläpp till recipient enligt Stockholms stads riktlinjer kolumn 3			
Kostnad vid utsläpp till recipient enligt Stockholms stads riktlinjer kolumn 4			
Kostnad vid utsläpp till recipient enligt Stockholms stads riktlinjer kolumn 5			
Kostnad vid utsläpp till recipient enligt Göteborgs riktlinjer			
Kostnad vid rening som klarar utsläpp för utsläpp till recipient* och recirkulering			

(\*beskriv vilken eller vilka riktvärden som man utgår ifrån, Stockholm eller Göteborgs enligt ovan)

## Projekt 1

Projekt mitt i Göteborg med begränsad yta, Borra RD220 med vattenhammare. Medellängd 24 meter. Borrar ca 80 m/dag och rigg. Två riggar arbetar parallellt i projektet. Tät grop. Vatten måste hanteras och renas innan utsläpp till recipient enligt riktvärden.

### Förbrukning

6" hammare 220 pålar

270-570 l/min (ny → sliten) En rimlig driftpunkt mitt i intervallet är  $\approx 450$  l/min

24 m påle, 2x12 m

1a 12 m = ca 5 min á 450 l/min = 2250 l

2a 12 m = ca 12 min á 450 l/min = 6750 l

Tot per borrar punkt = 9000 l

### Kostnader och total vattenanvändning

1 m<sup>3</sup> vatten via vattenpost ca 20-25 kr / m<sup>3</sup>

Total förbrukning 250 pålar á 24 m = 2250 m<sup>3</sup>

Kostnad dricksvatten 22,5 kr/ m<sup>3</sup>, total kostnad: 2250 m<sup>3</sup> x 22,5 kr = 50 625kr

Förbrukning vatten vid 80% recirkulering 450 m<sup>3</sup>

Kostnad 450 m<sup>3</sup> x 22,5 kr = 10 125 kr

Sparat vatten vid recirkulering: 1800 m<sup>3</sup> x 22,5 kr = 40 500 kr

### Buffert och flöde som vattenreningen ska klara av

40 m<sup>3</sup> buffert och 300 l/min (2 riggar á snitt 150 liter/min per rigg)

### Data på ingående vatten

Ingående vatten har ler och silt-partiklar i vattnet med hög susphalt (4700 mg/l) och konduktivitet (1370 mS/m). Högt pH (12,7) och en del metaller enligt bifogad fil.

### Yta för rening

En yta på 20 m x 20 m finns tillgänglig för uppställning.

Vattenrening ska i första hans ske så att det går att recirkulera tillbaka till Vattenhammarborr, se specifikationer nedan.

Varierar kostnad och övriga förutsättningar för rening beroende på vilka riktvärden som ska uppfyllas?

## Recommended water quality for propelling of DrillKing WAI series water hammers

Filtration degree	50 micron
Max. content solids	150 mg/l
Total hardness	20° dH
Max. hardness (CaCO <sub>3</sub> )	100 mg/l
Max. content Iron (Fe)	0,5 mg/l
Max. content chlorine (Cl)	100 ppm
Max. content sulphate (SO <sub>4</sub> )	100 ppm
Max. content free phosphate (PO <sub>3</sub> )	50 ppm
Max. content free chlorine	1 mg/l
pH	6,5 - 8,5

### Riktvärden i Stockholm

Riktvärdet beror på till vilket vatten länsvatten släpps och hur länge släpp av vatten pågår enligt Miljöförvaltningen på Stockholms stads dokument för hantering av Länshållningsvatten till ytvatten.

**Tabell 1.** Total beräknad tid för avledning av länshållningsvatten samt mottagande recipienter. Siffrorna hänvisar till kolumner i tabell 2, riktvärden

	Kustvatten	Mälaren och Brunsviken	Övriga insjöar	Vattendrag
< 1 månad	5	4	3	2
1 månad - 1 år	4	3	2	1
>1 år	3	2	1	1

**Tabell 2.** Riktvärden för avledning av länshållningsvatten till ytvattenrecipienter, kolumnhänvisning

Parameter	1	2	3	4	5
Susp (SS) mg/l	40	40	55	75	100
Fosfor (tot P) µg/l	60	80	100	125	150
Kväve (tot N) mg/l	2,5	3	4	5	7
Oljeindex mg/l	1	1	1	1	1
pH	6,5-9	6,5-9	6,5-9	6,5-9	6,5-9
Konduktivitet mS/m	500	500	500	500	500
Koppar (Cu) µg/l	10	15	20	25	30
Zink (Zn) µg/l	15	30	50	75	100
Nickel (Ni) µg/l	5	10	10	10	10
Kadmium (Cd) µg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Krom (Cr) µg/l	5	10	10	10	10
Bly (Pb) µg/l	3	6	8	10	10
Arsenik (As) µg/l	5	7,5	7,5	7,5	10
Kvicksilver (Hg) µg/l	0,04	0,05	0,06	0,08	0,1
Benso(a)pyren (BaP) µg/l	0,03	0,03	0,03	0,08	0,08
PCB 7 µg/l	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014

### Riktvärden i Göteborg

Nedan syns riktvärden från "Miljöförvaltningens riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till recipient och dagvatten, R2013:10" - Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient.

**Tabell 1 Ämnen och parametrar som ska kontrolleras vid utsläpp av förorenat vatten**

Ämne/parameter	Riktvärde
Arsenik	16 µg/l
Bly	28 µg/l
Kadmium	0,9 µg/l
Koppar	10 µg/l
Krom	7 µg/l
Kvicksilver	0,07 µg/l
Nickel	68 µg/l
Zink	30 µg/l
Oljeindex	1000 µg/l 500 µg/l inom Göta älvs vattenskyddsområde 100 µg/l nära råvattenintag (ca 1-2 km uppströms)
Suspenderat material	25 mg/l
pH	6,5-9
Fosfor*	Platsspecifikt vid behov, utgå från 50 µg/l
Kväve*	Platsspecifikt vid behov, utgå från 1250 µg/l

\* Ska analyseras vid kontinuerliga utsläpp

**Tabell 2 Tillägg av ämnen och parametrar som kan behöva kontrolleras i särskilda fall, beroende på verksamhet och åtgärd**

Ämne/parameter	Riktvärde
Bens(a)pyren, indikator för PAH	0,27 µg/l
Bensen	50 µg/l
Metyl-tert-butyleter (MTBE)	2600 µg/l 500 µg/l inom Göta älvs vattenskyddsområde 15 µg/l nära råvattenintag (ca 1-2 km uppströms)
Polyklorerade bifenyler (PCB)	0,014 µg/l
Poly- och perfluorerade alkylsubstanser (PFAS)	0,09 µg/l
TOC	Platsspecifikt vid behov, utgå från 12 mg/l
Tributyltenn (TBT)	0,0015 µg/l
Trikloretylen	10 µg/l

## Projekt 2

Projektet lokaliserat i Göteborg där befintlig fastighet ska växlas av på stålrörspålar för att klara att hållas intakt medan järnvägstunnel byggs under. Borrning av pålar med längder mellan 6-39 meter. Mycket begränsad yta runt befintlig fastighet utvändigt. Vissa stålrörspålar kan utföras utvändigt i större dimensioner, medan de mindre pålarna måste utföras invändigt, då med mindre riggar som klarar mindre diameter på pålar. Totalt 215 pålar.

Borrning med vattenhammare, exempel på tider, längder och vattenförbrukning per typ:

Borrning med vattenhammare

Påle 170	24m	6"		
	Längd	L/min	Min	L tot
Lera	12	360	5	1800
Skarvtid			10-15	
Lera	6	360	3	1 800
Friktion	5	380	8	3 040
Berg	1	500	15	7 500
				1

Påle 220	24m	6"		
	Längd	L/min	Min	L tot
Lera	12	400	5	2000
Skarvtid			10-15	
Lera	6	400	3	1 200
Friktion	5	420	8	3 360
Berg	1	500	15	7 500
				14 060

Påle 273-323	24m	8"		
	Längd	L/min	Min	L tot
Lera	12	520	5	2 600
Skarvtid			20-25	
Lera	6	520	3	1 560
Friktion	5	570	8	4 560
Berg	1	650	20	13 000
				21 720

Påle 406	24m	12"		
	Längd	L/min	Min	L tot
Lera	12	1 150	5	5 750
Skarvtid			20-25	
Lera	6	1 150	3	3 450
Friktion	5	1 200	8	9 600
Berg	1	1 300	30	39 000
				57 800

Yta tillgänglig för reningsanläggning 1000m<sup>2</sup>

1667 liter per minut ska reningsverket klara av att rena. Generellt vatten med susp över 100-150 mg/l, högt pH, kring 11 bitvis, ibland hög konduktivitet (höga kloridhalter pga gammal havsbotten som vi borrar i) runt 2000 ms/m.

Vattenrening ska i första hans ske så att det går att recirkulera tillbaka till Vattenhammarborr, se specifikationer nedan. Övriga parametrar renas till riktvärden nedan.

### Recommended water quality for propelling of DrillKing WAI series water hammers

Filtration degree	50 micron
Max. content solids	150 mg/l
Total hardness	20° dH
Max. hardness (CaCO <sub>3</sub> )	100 mg/l
Max. content Iron (Fe)	0,5 mg/l
Max. content chlorine (Cl)	100 ppm
Max. content sulphate (SO <sub>4</sub> )	100 ppm
Max. content free phosphate (PO <sub>3</sub> )	50 ppm
Max. content free chlorine	1 mg/l
pH	6,5 - 8,5

*Riktvärden för rening specifikt för projektet och utsläpp i kanal*

Parameter	Kontinuerligt	Veckovis	Gränsvärde *
Turbiditet	x		
Konduktivitet	x		500 ms/m **
Suspenderat material		x	25 mg/l
Oljeindex		x	1 mg/l
pH	x		6-9
Arsenik		x	15 µg/l
Bly		x	14 µg/l
Kadmium		x	0,4 µg/l
Koppar		x	10 µg/l
Krom		x	15 µg/l
Krom VI		x	15 µg/l
Kvicksilver		x	0,05 µg/l
Nickel		x	40 µg/l
Zink		x	30 µg/l

## Bilaga 2 Intervjufrågor till entreprenör, beställare, vattenreningsleverantör

### Frågor till anläggningsentreprenör och leverantör av mobil vattenrening – majoriteten av frågorna ställs till alla men vissa är specifika för respektive disciplin.

- När har vatten kunnat recirkuleras?
  - o Vilka krav/ förutsättningar fanns på plats som möjliggjorde detta?
  - o Vilken typ av rening användes? Fanns det några alternativ? – [anläggningsentreprenör](#)
  - o Finns det olika metoder för rening för recirkulering? För och nackdelar? – [leverantör av mobil vattenrening](#)
  - o Utmaningar vid recirkulering av vatten?
- Finns det exempel när vatten för vattenhammarborrning kunnat recirkuleras?
  - o Varför har det fungerat/ inte fungerat att recirkulera (för vattenhammarborrning eller annat arbetsmoment?)
- Om recirkulering inte sker, hur mycket reningen behövs ändå med avseende på utsläpp av vatten till recipient/ VA nät? Vattendom mm
- Kostnader?
  - o för rening som redan görs?
  - o för recirkuleringsutrustning?
  - o Övriga kostnader?
- Hur mycket mer/mindre behöver vattnet renas för att kunna recirkuleras, vad kostar det? Saknas några parametrar för att bedöma om recirkulering kan genomföras?
- Vid recirkulering, kan energiåtgång samt tillgång till energi vara ett hinder?
- Hur hanteras det koncentrerade förorenade vattnet /"avfall" från recirkulering?
- Hur hanteras slam/kax/ sediment som uppstår som del i reningsprocessen? – [leverantör av mobil vattenrening](#)
- Vilka kemikalier krävs för att rena till den grad som krävs? Vad har dessa för andra konsekvenser? – [leverantör av mobil vattenrening](#)
- Finns det lagstiftning som påverkar möjligheten till recirkulering?
- Hur påverkar en recirkuleringsanläggning naturmiljön?
- Finns det andra hinder som vi inte tänkt på?
- Har ni lyckats minska uttag av dricksvatten vid recirkulering? – [anläggningsentreprenör](#)

### **Frågor till beställare:**

- Har det funnits diskussioner eller tankar om att kravställa recirkulering av vatten?
- Hur har ni landat i kravställningarna?
- Vilka utredningar har ni som beställare gjort för/inför att landa i dessa kravställningar? Eller finns policys, riktlinjer eller annat som styr?
- Har ni entreprenader där man lyckats med recirkulering?
- I så fall:
  - Vilka förutsättningar har funnits i de entreprenader som lyckats recirkulera vatten?
  - Hur skiljer sig kraven på recirkulering ut mellan entreprenader?