

**SLUTRAPPORT**

# **Genomförande av industriell infrastruktur som möjliggörare för bostadsbyggande**

**Fallstudie i Sotenäs kommun.**

**Linnea Lindkvist, Chalmers Industriteknik**

**Jörgen Pettersson, Fastigheter i Långevik**

**Jan Persson, Renhav Sverige AB**

**Emma Ek, Sotenäs kommun**

**Nils Ólafur Egilsson, Chalmers Industriteknik**

**RE:  
SOURCE**

Slutrapport för projekt:

# Genomförandestudie av industriell infrastruktur som möjliggörare för bostadsbyggande – fallstudie i Sotenäs

**Engelsk titel:** Feasability study for using industrial infrastructure as an enabler for residential development – Case study in Sotenäs

**Projektperiod:** 2023 09 01 – 2024 06 30.

**Datum:** 2024 08 20

**Projektnummer:** P2023-00390

**Diarienummer:** 2023-200950

**Projektledare:** Linnea Lindkvist

**Organisation:** Chalmers Industriteknik

**Adress:** Sven Hultins Plats 1, 412 58

**Övriga projektdeltagare:** Sotenäs kommun, Renahav AB och Fastigheter i Långevik AB

**Nyckelord:** 5–7 st: Vattenrening, grävatten, industriell symbios, resurseffektivitet, cirkulär ekonomi.

RE:Source är ett strategiskt innovationsprogram och finansieras av

VINNOVA

 Energimyndigheten

FORMAS

# Förord

Projektet har syftat till att utvärdera förutsättningarna för ett innovationsprojekt där industrins infrastruktur och anläggningar kan användas för att utveckla nya cirkulära lösningar för utveckling av nya bostadsområden. Genom samutveckling av industri och samhälle skapas förutsättningar för mer resurseffektiv användning av exempelvis infrastruktur och anläggningar, värme, vatten och näringsämnen. Målsättningen har varit att skapa en tydlig bild av hinder och möjligheter förknippat med symbios mellan industri och bostadsområde, att identifiera viktiga fokusområden för ett innovationsprojekt samt att knyta an till de aktörer som behövs för ett genomförande.

Projektet har letts av Chalmers Industriteknik, en stiftelse som bedriver forskning och utveckling i gränslandet mellan akademi och näringsliv, och har utförts mellan september 2023 och juni 2024. Projektet har finansierats av Energimyndigheten, Vinnova och Formas, via det strategiska innovationsprogrammet Re:Source, samt av medfinansierande projektparter. De som har deltagit i projektet är Chalmers Industriteknik, Rena Hav Sverige AB, Fastigheter i Långevik AB och Sotenäs Symbioscentrum.

Vår förhoppning är att projektets resultat på sikt kan bidra till en mer resurseffektiv bebyggelse och att fler får upp ögonen för möjligheterna med industriell symbios i samverkan med kommunala verksamheter och processer. Förstudien har gett många viktiga insikter och vi vill tacka alla som har bidragit till projektet för stort engagemang och för att ni så generöst har delat med er av er tid och all er kunskap.

# Innehåll

1. Sammanfattning.....	5
2. Summary.....	7
3. Inledning och bakgrund .....	9
4. Genomförande.....	13
5. Resultat och diskussion.....	14
5.1. Kartläggning av möjliga resursutbyten och befintliga system.....	14
5.1.1. Vatten .....	14
5.1.2. Energi .....	18
5.1.3. Näringsämnen och organiskt material .....	18
5.1.4. Övriga resurser.....	19
5.2. Konzeptutveckling.....	20
5.2.1. Dimensionering och volymer .....	20
5.2.1.1. Maxflöde per hushåll och dygn.....	20
5.2.1.2. Dagvattenflöden .....	21
5.2.2. Reningstekniker .....	22
5.2.2.1. Mekanisk, biologisk och kemisk rening.....	22
5.2.2.2. Membranteknik .....	23
5.2.2.3. Infiltrationsbädd .....	24
5.2.3. Konzeptbeskrivning och möjliga scenarier .....	24
5.3. Genomförbarhetsanalys.....	31
6. Slutsatser, nyttiggörande och nästa steg.....	33
7. Projektkommunikation .....	35
8. Referenser .....	36
9. Bilagor.....	39

# 1. Sammanfattning

Projektet har undersökt hur industriell symbios möjliggör för utvecklingen av bostadsområde med en fallstudie i Långevik i Sotenäs kommun. I Sotenäs kommun har vattenreningsverket nått full kapacitet vilket begränsar bostadsutveckling inom kommunen. För att lösa utmaningen har projektet undersökt hur industriell infrastruktur kan nyttjas i symbios med bostadsområdet för att ta vara på de resurser som uppstår. Samtidigt som det bidrar till cirkulär och resurseffektiv hantering av vatten, organiskt material och energi, utan att en kommunal aktör måste vara med och hantera systemet.

För att förstå vilka lösningar som finns för att omhänderta resurser på samma sätt som projektet ska göra utfördes en omvärldsanalys. Den visade flertal lösningar som bidrar till effektivare resursanvändningen i bostadsområden. Dock var det inga lösningar där industriell infrastruktur nyttjades på det sätt som förstudien analyserar.

Kunskap sammanställdes via intervjuer och möten med lokala aktörer, företag och experter om vattenrening, vilka lösningar var tekniskt möjliga att utföra och vilka krav kommunen skulle sätta för att godkänna utbyggnaden av bostadsområdet.

Resurskartläggningen visade att det fanns vatten, energi, och organiska restströmmar att ta vara på. Samtidigt som möjligheten för att nyttja dom på ett effektivt sätt visade sig vara bra. Det är möjligt att nyttja en del av befintlig infrastruktur inom området för att distribuera vatten, energi och värme som uppstår. Samtidigt finns stor potential i att ta del av den lokala expertisen om vattenrening. För att bidra till resurskartläggningen användes vattenvisionen för området som togs fram i projektet och visas i **Figur 1**.

För att förstå möjligheterna som finns för att lösa utmaningen inom fallstudiens område togs fyra scenarier fram.

**Scenario 1:** Membranteknik för separata avloppsvattenströmmar. Infiltrationsbädd för dagvatten. Återanvändning av grävatten för bad, dusch och tvätt. Återanvändning av dagvatten för toalettpolning och bevattning.

**Scenario 2:** Membranteknik för separata avloppsvattenströmmar. Duschvatten återanvänds lokalt till toalettpolning. Renat grävatten används till bad, dusch och tvätt.

**Scenario 3:** Mekanisk, biologisk och kemisk rening för gemensamma avloppsvattenströmmar. Infiltrationsbädd för dagvatten. Återanvändning av dagvatten för toalettpolning och bevattning.

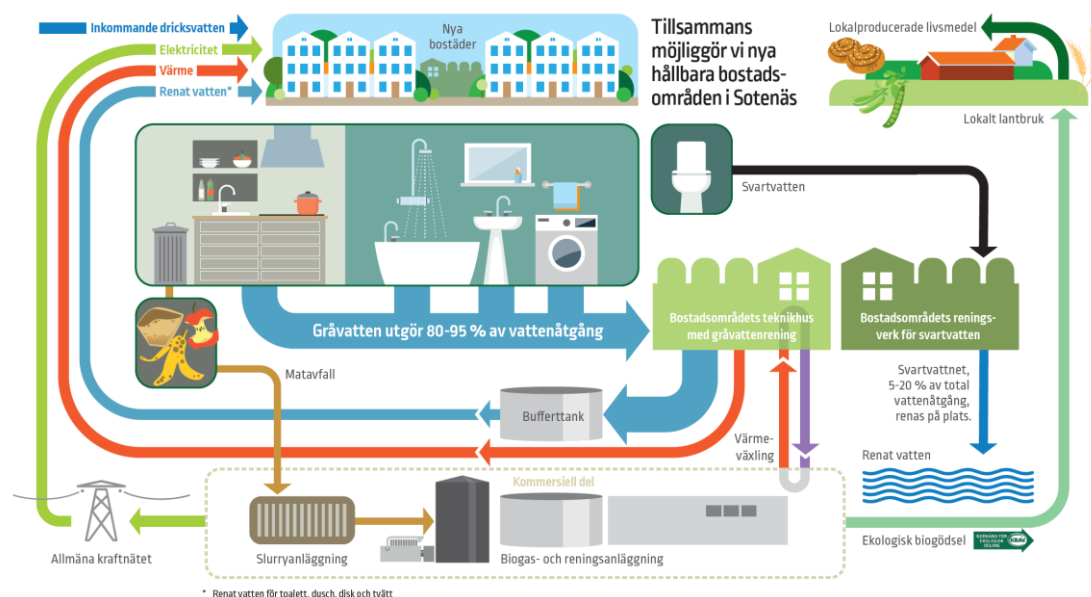
**Scenario 4:** Mekanisk, biologisk och kemisk rening för gemensamma avloppsvattenströmmar. Duschvatten återanvänds lokalt till toalettpolning. Återanvändning av dagvatten för bevattning.

Scenarierna analyserades och jämfördes på en femgradig skala. Enligt analysen har scenario ett och två stora fördelar med hänsyn till reningsgraden och potential till att ta

vara på och återcirkulera vattnet. Membrantekniken renar vattnet från läkemedel och andra svårhanterade föroreningar, men till en högre kostnad. Scenario tre och fyra har inte samma tekniska egenskaper och ger lägre renhetsgrad. En risk för scenario tre och fyra är att rening av läkemedelsrester kommer att bli ett krav, vilket medför ytterligare investeringar för uppgradering av reningsverket. Analysen visar att scenario tre och fyra ur ett ekonomiskt perspektiv är att föredra för att nå dagens krav.

Projektet har tagit fram material och kunskap om tekniska lösningar som går att applicera för att lösa liknande utmaningar som framstår i fallstudien. Främsta resultatet är att det finns olika metoder som kan användas för att forma systemen där resursutbyten mellan industri och bostadsområde optimeras. Metoderna varierar i kostnad, teknisk nivå och svårighet vid implementering.

Nästa steg för att fortsätta projektets utveckling är att analysera osäkerhet och riskhantering för kommun, hur säsongvariationer påverkar reningsbehovet, krav på vattenkvalitet för återcirkulerat vatten och dagvatten samt juridiska förutsättningar för detaljplaner och avtal.



Figur 1 Vattenvisionen. Illustration av Mattias Schläger, SCH! Grafisk form och kommunikation

## 2. Summary

The project has investigated how industrial symbiosis enables the development of a residential area with a case study in Långevik in Sotenäs municipality. In Sotenäs municipality, the water treatment plant has reached full capacity, which limits residential development within the municipality. To solve the challenge, the project has investigated how industrial infrastructure can be used in symbiosis with the residential area to take advantage of the resources that arise. At the same time, it contributes to circular and resource-efficient management of water, organic materials and energy. Without a municipal actor having to be involved in managing the system.

To understand what solutions are available to manage resources in the same way as the project wants to achieve, a literature study was performed. It showed several solutions that contribute to more efficient use of resources in residential areas. However, there were no solutions where industrial infrastructure was used in the way that the feasibility study analyses.

Knowledge was gathered through interviews and meetings with local actors and experts about water purification, what solutions were technically possible to carry out and what requirements the municipality should set to approve the expansion of the residential area.

The resource mapping showed that there was water, energy, and organic residual streams to take advantage of. At the same time, the opportunity to use them in an efficient way turned out to be good. It is possible to use some of the existing infrastructure in the area to distribute water, energy and heat that arises. At the same time, there is great potential in taking part in the local expertise on water treatment. To contribute to the resource mapping, an illustration of the water vision for the area was developed in the project, shown in Figure 1.

To understand the possibilities that exist to solve the challenges in the area of the case study, four scenarios were developed.

**Scenario 1:** Membrane technology for separate water streams. Infiltration bed for stormwater. Reuse of grey water for bathing, showering and washing. Reuse of stormwater for toilet flushing and irrigation. Purified blackwater for irrigation or to recipient.

**Scenario 2:** Membrane technology for separate water streams. Shower water is reused locally for toilet flushing. Purified grey water is used for bathing, showering and washing. Purified blackwater for irrigation or to recipient.

**Scenario 3:** Mechanical, biological and chemical treatment for common water flows. Infiltration bed for stormwater. Reuse of stormwater for toilet flushing and irrigation.

**Scenario 4:** Mechanical, biological and chemical treatment for common water streams. Shower water is reused locally for toilet flushing. Reuse of stormwater for irrigation.

The scenarios were analyzed and compared on a five-point scale. According to the analysis, scenarios one and two have major advantages regarding the degree of purification and the potential to take advantage of and recirculate the water. The membrane technology purifies the water from pharmaceuticals and other hard-to-handle contaminants, but at a higher cost. Scenarios three and four do not have the same technical properties with poorer treatment of drug residues. A risk for scenarios three and four is that purification of pharmaceutical residues will become a requirement, which entails additional investments for upgrading the treatment plant. The analysis shows that scenarios three and four from an economic perspective are preferable to meet today's requirements.

The project has produced material and knowledge about technical solutions that can be applied to solve similar challenges that appear in the case study. The main result is that there are different methods that can be used to shape the systems where resource exchanges between industry and residential areas are optimized. The methods vary in cost, technical level and difficulty of implementation.

The next step to continue the project's development is to analyze uncertainty and risk management for the municipality, how seasonal variations affect treatment, requirements for water quality for recirculated water and stormwater, and legal prerequisites for planning and agreements.



### 3. Inledning och bakgrund

I Långevik i Sotenäs kommun har det planerats ett nytt bostadsområde med 600 bostäder, förskola och handel. Fastigheter i Långevik som utvecklar området fick till en början garanti för att den kommunala vattenreningskapaciten skulle räcka för området, vilket senare drogs tillbaka. Istället för att lägga ner utvecklingsarbetet valde Fastigheter i Långevik att utforska innovativa lösningar för vattenrening för bostadsområdet. Utmaningen ligger i att kombinera bostadsutveckling med befintlig industriell infrastruktur för att optimera resursanvändning. Med de höga krav på vattenrening och resurseffektivitet som ställs, och med en kommunal kapacitet som är otillräcklig, behöver alternativa lösningar utforskas.

Det här projektet har utrett hur vattenreningen för bostadsområdet skulle kunna se ut i symbios med den befintliga industriella infrastrukturen. Det innebär att minska vattenanvändningen, ta hand om de olika restvattenflöden, och använda spillvärme från industrin. Projektet syftar till att utveckla en konceptmodell och att göra en genomförbarhetsanalys som omfattar både tekniska och ekonomiska aspekter, med målet att skapa en handlingsplan för implementering av innovations- och genomförandeprojekt.

Sotenäs Symbioscentrum är en central aktör inom maritim utveckling och cirkulär ekonomi i Sotenäs kommun. Tillsammans med företag som Renahav Sverige har de skapat en robust bas för symbiosnätverket i Sotenäs. Nu vill företagen utforska en utvidgning av sitt symbiosarbete för att inkludera bostadsutveckling i symbios med industri. En inspirationskälla för arbetet är Recolab i Helsingborg, som har fått internationellt erkännande för sina innovativa lösningar inom vattenrening och resurseffektivitet. Trots detta finns få verkliga exempel eller litteratur som beskriver affärsmodeller och finansieringslösningar för symbios mellan industri och bostadsutveckling.

Projektet adresserar flera behov: ökande krav på resurs- och energieffektivitet, minskning av utsläpp och hållbar samhällsplanering. Genom att koppla samman industriell kapacitet med bostadsutveckling kan både ekonomiska och miljömässiga vinster uppnås. Detta inkluderar återvinning av vatten och näringsämnen, effektiv användning av energi och värme samt minskade investerings- och driftkostnader. För samhället innebär detta en stegvis övergång till mer hållbara och cirkulära system, vilket är avgörande för framtida utveckling.

Projektet förväntas leda till möjliga lösningar för resurseffektiv bostadsutveckling, vilket kan bli en förebild både nationellt och internationellt. Genom att använda industriell infrastruktur för vattenrening och energianvändning skapas nya möjligheter för cirkulära system. I projektet utfördes en genomförbarhetsstudie, med fokus på tekniska och ekonomiska aspekter, samt en analys av risker och nödvändiga åtgärder för

implementering. Syftet är att utvärdera potentialen för ett innovationsprojekt där industrins och samhällets utveckling går hand i hand, vilket kan leda till mer hållbara och kostnadseffektiva lösningar för framtida bostadsområden. Projektet bygger på hypotesen att integrering av industriell infrastruktur i bostadsutveckling kan leda till ökad resurseffektivitet och minskade kostnader.

## Omvärldsanalys

Det finns flera uppmärksammade projekt som är av intresse för utvecklingen i Långevik och som har varit relevanta att ta hänsyn till under projektets gång. Här nedan följer några exempel som är relevanta för projektet.

I Helsingborg har utvecklingsanläggningen Recolab etablerats som är ett modernt reningsverk som möjliggör hantering av tre separata restströmmar från hushåll, en lösning de har varit prisbelönta för. Recolab tar emot gråvatten, svartvatten och matavfall från bostäder. Att separera dessa tre restströmmar gör det möjligt att rena gråvattnet med mindre resurser än tidigare och återvinna spillvärme. Separering av svartvatten och matavfall gör det enklare att utvinna gödsel och biogas i en effektivare process. Separering av svartvatten och matavfall gör att läkemedelsreningen från svartvattnet blir enklare eftersom det inte blandas med matavfallet<sup>1</sup>.

I Sälen finns det en stor säsongvariation av boende i kommunen, precis som i Sotenäs. I Säljöfallets avloppsreningsverk har ett pilotprojekt utförts för att förstå hur det är möjligt att rena läkemedelsrester från avloppsavfallet med hänsyn till de stora säsongvariationerna. De kom fram till att rening med ozon kunde reducera läkemedelshalterna ner till icke mätbara nivåer, både under hög- och lågsäsong<sup>2</sup>.

I Mörbylånga kommun på Öland har en vattenreningsanläggning etablerats där renat vatten från livsmedelsindustrin blandas ihop med bräckt vatten för att försörja kommunens invånare med dricksvatten, kommunen har tidigare haft problem med färskvattenförsörjning. I VA anläggningen nyttjas renat vatten från livsmedelsindustrin ibland med bräckt vatten för att skapa dricksvatten för kommunens invånare med hjälp av omvänd osmos. Projektet visar hur vattenreningsverk i symbios med industri skapar möjligheter för vattenförsörjning och rening<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Recolab. Vanliga frågor. Hämtat 24 06 11 från: <https://www.recolab.se/vanliga-fragor/>

<sup>2</sup> Svenskt Vatten. Beställargrupp för minskade utsläpp av läkemedelsrester, mikroplaster och andra föroreningar via avloppsreningsverk. December 2022.

<sup>3</sup> Norconsult. Mörbylånga vattenverk. Hämtat 2024 06 10 från: <https://norconsult.se/projekt/moerbylaanga-vattenverk/>

På Chalmers campus i Göteborg ligger HSB Living lab, ett flerbostadshus där innovativa lösningar för boendemiljö testas i verklig miljö<sup>4</sup>, med stort fokus på energi- och vattenbesparingar. Det har installerats ett flertal olika innovationer som kan reducera energi- och vattenanvändningen. Till exempel duschar som återcirkulerar vatten i duschen och minskar vatten- och energianvändningen med 90%, respektive 80%<sup>5</sup>. I andra experiment har det installerats golvbrunnar som reducerar energibehovet vid dusch med 75%<sup>6</sup>. Byggnaden har ett vattenreningsystem där allt gråvatten renas till dricksvattenkvalitet. Det renade vattnet återförs till handfat, duschar och toalettstolar för spolning, vilket minskar behovet av kommunalt dricksvatten. I reningsprocessen har de använt beprövade tekniker, men i kombination blir de ett innovativt sätt att optimera resursanvändningen i byggnaden<sup>7</sup>.

Konceptet Yeah!, Yellon Environmental Aesthetic Housing, är en off-grid bostadslösning som ska vara självförsörjande på vatten, energi och avloppssystem, utvecklat av svenska designfirman Yellon. Bostäderna ska försörjas med energi från solpaneler som ligger på byggnadernas tak och facader, där överskottsenergin på sommaren används för att tillverka vätgas för vinterhalvåret. Överskottsvärmen från elektrolyprocessen används för att värma bostädernas varmvatten, eller så leds överskottsvärmen i ett underjordisk värmelager. Egna brunnar och dagvatteninsamling kommer att försörja huset med allt vatten som behövs. För att minska behovet av dricksvatten kommer dagvatten att renas för att användas till bad, dusch och tvätt. Gråvatten från systemet kommer att renas för att återanvändas igen som bad, dusch- och tvättvatten, vilket leder till 80% reduktion av energibehov och vattenförbrukningen med 90%. Toalettavlopp kommer att renas i en biologisk process som återför det renade vatten för toalettspolning<sup>8</sup>. Konceptet visar hur det är möjligt att minska belastningen på befintlig infrastruktur genom att använda beprövade tekniklösningar i en kombination som ger ett innovativt resultat.

Forskare på Lunds Universitet har tagit fram en metod som renar avloppsvatten till dricksvattenkvalitet. Metoden är både kostnadseffektiv och enkel, som gör den intressant att applicera i vattenreningsprojekt. Metoden använder sig av en membran-bioreaktor, granulerat aktivt kol och sedan desinficeras vattnet med ultraviolett ljus. Vattnet uppnår alla gränsvärden som sätts på råvatten, förutom nitrat som är vanligt att rena på avloppsreningsverk i Sverige. Även om vattnet uppnår alla gränsvärden är det svårt att

---

<sup>4</sup> HSB Living Lab. About us. Hämtat 2024 16 17 från <https://www.hsb.se/en/hsb-living-lab-en/about-us/>

<sup>5</sup> HSB Living Lab. Duschar för framtiden i HSB Living Lab. Hämtat 2024 06 17 från <https://www.hsb.se/en/hsb-living-lab-en/projekt-i-huset1/duschar-for-framtiden/>.

<sup>6</sup> HSB Living Lab. Framtidens Energibesparande golvbrunnare. Hämtat 2024 06 17 från: <https://www.hsb.se/hsblivinglab/projekt-i-huset1/enduece/>

<sup>7</sup> VA Guiden. Marie Strand. Exempel på vattenbesparing: Återanvändning av gråvatten i HSB Living Lab i Göteborg. 2021 01 27. Hämtat 2024 06 17 från <https://vaguiden.se/2021/01/exempel-pa-vattenbesparing-ateranvandning-av-gravatten-i-hsb-living-lab-i-goteborg/>

<sup>8</sup> Yellon. Så fungerar Yeah. Hämtat 2024 06 19 från: <https://yeah.yellon.se/teknik/>

garantera att vattnet är säkert att dricka över längre tid, eftersom det är svårt att rena och mäta föroreningar som är okända eller inte mäts för idag<sup>9</sup>. Vattnet är främst tänkt för att återcirkuleras till andra behov än för att dricka, och under våren 2024 ska vattnet börja säljas i en Vattenkiosk i Kivik för bevattning, fylla pooler, användas av spolbilar och andra entreprenörer<sup>10</sup>. När vattnet som renas jämförs med andra råvattenkällor som Vänern, Vättern och Götaälv uppnår det renade vattnet samma kvalitet<sup>11</sup>, vilket leder till att i situationer vid svår torka och vattenbrist kan det användas som en råvattenkälla.

Marselisborgs VA anläggning, I Århus, använder sig av en membran bioreaktor som renar vatten från hushåll. Processen behandlar vattnet via en biologisk process i en luftad tank där mikroorganismer bryter ner föroreningar och sedan filtreras vattnet genom membran för att separera rent vatten från fasta ämnen och patogener. Det resulterande behandlade vattnet uppfyller höga kvalitetsstandarder som lämpar sig för återanvändning i icke-drickbara applikationer som toalettspolning, bevattning av trädgårdar, rengöring, underhåll, vilket reserverar färskvattnet för att dricka, laga mat och personlig hygien<sup>12</sup>.

Singapore har ett av världens mest avancerade vattenreningsystem, och renar gråvatten till dricksvattenkvalitet och även för industriprocesser med högre renhetskrav än dricksvatten. Vattnet används främst för industrin, men under perioder av torka skickas vattnet till vattenreservoarer för att sedan användas som dricksvatten<sup>13</sup>. För att uppnå denna höga vattenkvalitet är grå- och svartvattenflödena separerade. Sedan renas gråvattnet med microfilter, omvänd osmos och ultraviolet filtrering<sup>14</sup>. För Singapore har det varit viktigt att skapa tillit bland befolkningen om att det renade vattnet går bra att använda igen, via informationskampanjer och öppen dialog mellan invånare och myndigheter<sup>15</sup>.

---

<sup>9</sup> Maria Backman. Göteborgs Posten. *Ny billig metod förvandlar avloppsvatten till dricksvatten*. 29 maj 2024. Hämtat 2024 06 26 från: <https://www.gp.se/livsstil/ny-billig-metod-forvandlar-avloppsvatten-till-dricksvatten.bd2b7061-72ea-4a18-bc41-857b3874bde4>

<sup>10</sup> Östrelen VA. *Vattenkiosk för återvinning av avloppsvatten*. Hämtat 24 06 26 från: <https://osterlenna.se/projekt/projektvattenkiosk/>

<sup>11</sup> Maria Takman, Michael Cimbritz, Åsa Davidsson, Catherine Paul, Ola Svahn och Stefan Blomqvist. Svenskt Vatten. *Återanvändning av renavt avloppsvatten, potential efter rening med en membranbioreaktor följt av granulerat aktivt kol*. 2022.

<sup>12</sup> State of Green, Our Future Water, IWA Denmark. 1 july 2022. *Urban water management. Creating climate-resilient cities*.

<sup>13</sup> PUB Singapores National Water Agency. *NEWater*. Hämtat 2024 06 11 från: <https://www.pub.gov.sg/Public/WaterLoop/OurWaterStory/NEWater>

<sup>14</sup> PUB Singapores National Water Agency. *Summary of Singapore's Water Reuse Guideline or Regulation for Potable Water Reuse*. Hämtat 2024 06 11 från: <https://www.epa.gov/waterreuse/summary-singapores-water-reuse-guideline-or-regulation-potable-water-reuse>

<sup>15</sup> PUB Singapores National Water Agency. *NEWater quality*. Hämtat 24 06 11 från: <https://www.pub.gov.sg/Public/WaterLoop/Water-Quality/NEWater>

Denna sammanställning visar att Långeviks satsnings på ett innovativt vattenreningsystem ligger rätt i tiden och att flera andra initiativ har utförts som är möjligt att ta inspiration från. Långeviks process skiljer sig dock från dessa initiativ där lösningen ska grundas i symbios mellan den befintliga industrin och det framtida bostadsområdet. Symbiosen avser inte enbart vatten som resurs, det utforskas även hur energi kan flöda mellan områden och möjligheten att ta vara på näringsämnen från spillvatten. Spillvärme från industrin kan värma bostäderna, driftsorganisationen för det industriella vattenreningsverket drifvar även det enskilda vattenreningsverket för bostädernas spillvatten och organiska ämnen som avskiljs i processen omhändertas. Detta uppläg finns inte i omvärldsanalysen vilket visar initiativets innovationshöjd.

## 4. Genomförande

Projektet har letts av Chalmers Industriteknik, vilket inkluderar koordinering av projektets olika arbetspaket. Detta för att säkerställa framdriften i projektet, uppfyllande av projektmål och bidrag till ett nationellt kunskapslyft. Projektet var uppdelat i fem arbetspaket där projektdeltagarna i nära samarbete har planerat och genomfört aktiviteter så att det samtidigt och parallellt har stöttat utveckling och analyser inom respektive arbetspaket. Projektmöten har genomförts regelbundet för att bearbeta och vidareutveckla analyser som har genomförts och syftat till att vara vägledande för fortsatt arbete i projektet. Därutöver har möten med externa aktörer, såsom olika företag, politiker, kommunala tjänstepersoner och forskare, haft en framträdande roll i projektet. Syftet med dessa möten har varit att öka kunskapen om potentiella lösningar, att utreda möjligheter och hinder för att industriell infrastruktur nyttjas som möjliggörare för bostadsutveckling samt att både ge och få inspiration om ett mer resurseffektivt byggande. En viktig del av dessa möten har också varit att sprida information om projektet och att förankra genomförandet och på så vis lägga grunden för fortsatt arbete. En sammanställning av möten med externa aktörer ges i Bilaga 1.

## 5. Resultat och diskussion

### 5.1. Kartläggning av möjliga resursutbyten och befintliga system

Med utgångspunkt i fallstudien, ett bostadsutvecklingsprojekt i Sotenäs kommun i symbios med närliggande industri, har relevanta resursflöden och utbyten kartlagts med hänsyn till vattenrening och symbios med industrin. De stora resursflödena inom fallstudiens område är vatten, energi och organiskt material. Vatten i form av kommunalt dricksvatten, regnvatten, spillvatten och industrins processvatten. Energi i form av elektricitet och värme. Organiskt material och näringsämnen tillförs området indirekt via boende och direkt via livsmedelsindustrin.

Befintlig industriell infrastruktur i området är Renahavs anläggning, vilken hanterar fiskeberedningsindustrins processvatten och biogasanläggning. Utöver denna infrastruktur krävs utveckling av ny infrastruktur för att hantera flödena från det nya bostadsområdet som planeras. Personal från det befintliga vattenreningsverket kan vara väsentlig för den nya satsningen.

#### 5.1.1. Vatten

Vattenflödena i fallstudiens område går att dela upp i fyra huvudkategorier: dricksvatten, spillvatten från bostäder, processvatten från industri och dagvatten. Dricksvatten är vatten som omfattas av Livsmedelsverkets dricksvattenföreskrifter, LIVSFS 2022:12, vilket innebär att det måste uppfylla hälsomässiga, estetiska och tekniska krav<sup>16</sup>. Spillvatten från bostäder delas i gråvatten, även kallat bad, disk och tvättvatten (BDT-vatten), och svartvatten (klosettwater). Industrins processvatten uppstår främst inom livsmedelsindustrin. Dagvatten är regn- och smältvatten som rinner av från tak och andra ytor.

Industrins spillvatten hanteras av Rena Hav, där vattnet renas och skickas sedan ut till recipient. Efter att Rena Havs anläggning etablerades blev vattenkvaliteten som släpps till recipient betydligt bättre än den var tidigare. Möjligheterna att nyttja det renade processvattnet från industrin i det nya bostadsområdet har inte undersökts inom förstudien. Sannolikt är det mer resurseffektivt att skapa en lokal cirkulation inom bostadsområdet än att skapa ett utbyte mellan industri och bostäder. Inom bostadsområdet kommer spillvattnet att bestå av både grå- och svartvatten. Vid traditionellt byggande och anslutning till kommunalt VA separeras inte dessa flöden, men genom att leda ut spillvattnet från bostäderna i separata rör kan reningsprocessen få

---

<sup>16</sup> Livsmedelsverket. Dricksvattenreglerna. Hämtat 2024 06 19 från: [Dricksvattenreglerna \(livsmedelsverket.se\)](https://www.livsmedelsverket.se)

bättre förutsättningar. Gråvatten är enklare att rena än svartvatten på grund av dess lägre halter av organiskt material, läkemedelsrester och bakterier. Eftersom ca 90% av spillvattnet är gråvatten, blir det enklare att rena större delen av vattnet genom att separera flödena. Spillvatten från kök ses som en del av gråvattnet, men innehållet av fetter kan göra att det passar bättre att rena tillsammans med svartvatten. Det finns dock möjlighet att mäta konduktiviteten i vattnet och styra om det ska gå till gråvattenrening eller svartvattenrening.

Separat rening av grå- och svartvatten ger också bättre förutsättningar för att det renade vattnet ska kunna återanvändas i olika applikationer. Gråvatten är möjligt att rena till samma nivå som dricksvatten för att sedan återcirkuleras tillbaka till byggnaderna för användning i andra applikationer än mat och dryck och på så vis minskar behovet av tillfört dricksvatten. Omvärldsanalysen visade även exempel där avancerad reningsteknik kan rena spillvatten till dricksvattenkvalitet och i vissa fall cirkulera tillbaka för konsumtion. Bland annat i Mörbylånga där spillvatten från livsmedelsindustrin blandas ihop med avsaltat vatten, och i Singapore rena gråvattnet för att bli en del av dricksvattenreservoarerna. De lösningar där spillvatten rena och återcirkuleras för att användas i hushåll i Sverige är det främst fokus på teknisk användning av vatten, där vatten för att spola toaletter är vanligt förekommande. Det finns tekniska lösningar som återcirkulerar vatten för att duscha i, som den i HSB living lab, men det är ännu mycket ovanligt och har inte byggts i större skala. Rent tekniskt borde det vara möjligt att använda återcirkulerat vatten till de flesta applikationer, både i industrin och i hemmet.

Dagvatten behöver omhändertas lokalt i bostadsområdet och genom att leda vattnet till en bufferttank kan det användas som resurs även i perioder av lägre nederbörd. Regnvatten kan i vissa fall rena med en relativt låg insats, där det viktigaste är att reducera halten organiskt material för att undvika tillväxt om det lagras<sup>17</sup>. Det renade regnvattnet kan sedan användas till liknande ändamål som renat gråvatten.

### **Kvalitetskrav på vatten**

I dag är allt vatten som leds in i byggnader av dricksvattenkvalitet, vilket leder till att dricksvatten används inte bara för mat och dryck, utan även för hygien, städning, tvätt och till att spola toaletter. Det är också vanligt att dricksvatten används i utomhusapplikationer, till exempel för bevattning och biltvätt.

Enligt dricksvattenföreskriften är ett av kraven som ställs på dricksvatten tekniska krav, vilket innebär att vattnet måste bland annat kunna användas för tvätt och disk. Om en aktör vill minska sin dricksvattenkonsumtion och använda andra vattenkällor till toalettspolning eller tvätt fattas tekniska kravspecifikationer som vattnet måste uppfylla, enligt Ecoloop och WRS<sup>17</sup>. I samma rapport av Ecoloop och WRS specificeras vilka applikationer i bostäder som bör använda dricksvatten och vilka som kan använda andra vattenkällor. Enligt den bör vatten som ska användas som dricksvatten, till matlagning och för personlig hygien, vara av dricksvattenkvalitet. Samtidigt som vatten för disk av köksredskap ska vara så gott som av dricksvattenkvalitet. För att spola toaletter och tvätt

behöver vattnet inte vara av dricksvattenkvalite för att användas<sup>17</sup>. Det finns dock inga tekniska beskrivningar för vad det innebär.

Kvalitetskraven på återcirkulerat vatten är otydliga och det fattas en tydlig teknisk kravspecifikation för vad det återcirkulerade vattnet måste uppfylla. Kvalitetskraven på återcirkulerat vatten beror på kommunens riktlinjer och användarens godkännande. I de instanser där återcirkulerat vatten har använts i bostäder har vattenkvaliteten kravspecats av vad kommunen begär och vad vattnet ska användas till. I Uppsala hade kommunen inga invändningar mot att använda regnvatten för att spola toaletter. I Junehem i Jönköpings kommun har återcirkulerande system installerats där vatten från dusch och handtvätt renas för att spola toaletter<sup>17</sup>. I exemplet HSB Living Lab gavs tillstånd från kommunen för att genomföra projektet där gråvatten renas till samma nivå som dricksvatten och återcirkuleras till dusch som varmvatten. Bristen på teknisk kravspecifikation kan vara ett hinder för att använda återcirkulerat vatten, men så länge det återcirkulerade vattnets kvalitet godkänns av slutanvändaren kan det användas till annat än till direkt konsumtion.

### **Vatten för användning i symbios**

Ett symbiotiskt utbyte av vattenresurser mellan industri och bostäder i Sotenäs är i dagsläget inte aktuellt. Processvattnet från industrin renas för utsläpp till recipient och håller inte dricksvattenkvalitet, vilket gör att möjligheterna att använda vattnet i bostäderna är starkt begränsade. Sannolikt är det mer effektivt att bygga in lösningar för lokal återanvändning i bostadsområdet.

Industrin i Sotenäs är primärt livsmedelsindustri och försörjs med kommunalt dricksvatten. Om vatten används i slutna kretsar, till exempel ett kylvatten, skulle möjligen vatten av annan kvalitet kunna accepteras. Det finns exempel från andra industrisammanhang, som i Kalundborg i Danmark, där rest- och spillvatten effektivt används i symbios mellan företag, där vattenkvaliteten specificeras av användarna själva.<sup>18</sup>

### **Potential och behov**

Potentialen av att använda både återcirkulerat vatten och regnvatten är väldigt stor. Enligt *figur 2* nedan är det endast 7% av vattnet som används i ett svenskt hem för matlagning och för att dricka. Resterande mängd består av andra behov. I Sverige är den genomsnittliga vattenförbrukningen för en person 140 liter per dag varav 60 liter för personlig hygien och 30 liter för toalettspolning<sup>20</sup>. Enligt Ecoloops och WPS rapport bör vatten av dricksvattenkvalité användas för personlig hygien, diskning i kök och för mat och dryck<sup>17</sup>, som består av 61% av en villas vattenbehov, enligt **Figur 2**.

---

<sup>17</sup> Ecoloop och Water Revival Systems. Vattenbesparande åtgärder. Exempelsamling för kommuner och hushåll. 2021 01 02.

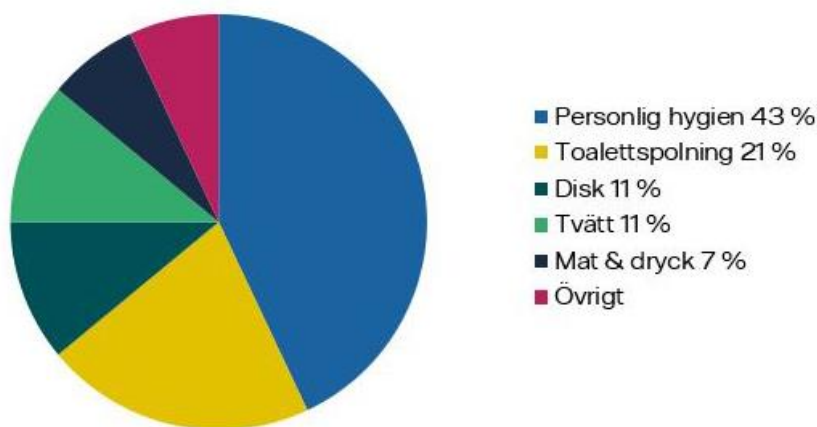
<sup>18</sup> Kalundborg Symbiosis. Symbioskarta. Hämtat 2024 06 20 från: <https://www.symbiosis.dk/en/>



Enligt kunscapcentret Små Avlopp är följande värden för BDT-vattenmängder för äldre, ny och framtida bebyggelse (liter per person och dygn)<sup>19</sup>:

Äldre bebyggelse	ca. 130 l/p,d
Ny bebyggelse	ca. 110 l/p,d
Framtida bebyggelse	ca. 90 l/p,d

Det finns lösningar som renar och återcirkulerar duschvatten direkt till duschen, som minskar vattenbehovet för en dusch med 90%. För toalettspolning och för tvätt av kläder är återcirkulerat vatten än aktuell källa, vilket kan minska det totala vattenbehovet med 32%. Toalettspolning är väldigt vattenkrävande och vattnet behöver inte fylla några krav för konsumtion, enbart tekniska krav. För övriga aktiviteter, såsom tvätt av bilar och bevattning av trädgårdar, finns också stor potential att använda återcirkulerat vatten och regnvatten.



Figur 2. Vattenförbrukning för villor, bildkälla Vattenfall<sup>20</sup>.

Behoven för lösningar som återcirkulerar vattenresurser från och inom bostadsområden finns i stor utsträckning i Sverige, och utomlands, och ökar när allt fler områden drabbas av torka. Innvotiva lösningar har redan börjat appliceras i områden där det finns ett behov, som i Mörbylånga där vatten från livsmedelsindustrin renas och blandas med avsaltat havsvatten för att uppfylla kommunens vattenbehov. Men behovet finns även i kommuner där det är brist på kapacitet i det kommunala vattenreningsverket, som Sotenäs kommun.

<sup>19</sup> Kunskapscentrum Små Avlopp. Bad-, disk- och tvättvatten – hur farligt är det? Risker, skyddsbehov och reningstekniker. 2013 10 03.

<sup>20</sup> Vattenfall. Vad är normal vattenförbrukning?. Hämtat 2024 06 13 från: <https://www.vattenfall.se/fokus/tips-rad/normal-vattenforbrukning/>

### **5.1.2. Energi**

Energikartläggningen av fallstudiens område visar att det finns energikällor inom både industri- och bostadsområden. Det finns stor potential till lokalt nyttjande av energi och symbiotiska resursutbyten för att minska behovet av externt tillförd energi. Tillgänglig värme kan vara i form av spillvärme från industrins processvatten, värme som uppstår inom Renahavs processer för tillverkning av biogas och biogödsel samt spillvärme från bostadsområdets gråvatten.

Genom symbiossamverkan mellan industri och bostadsområde, kan överskottsvärme från Renahavs anläggning förse bostadsområdet med hållbara och miljövänliga energilösningar på konkurrensmässiga villkor. Exempelvis kan spillvärme från industriella processer värma fastigheter och varmvatten i bostäderna, samtidigt som återvinning av energi från bostädernas gråvatten användas för att värma industriella processer, inspirerat av Recolab. Solenergin som kan tillverkas på området kan lagras för att minimera toppar och dalar i belastningen. Bergvärmerna kan precis som solenergin minska områdets externa energibehov och bidra till att minimera energibehovets svängar.

Utifrån Energivisionen som presenteras i Bilaga 1 är tanken att bostadsområdet även ska kunna verka som ö-drift vid längre avbrott.

### **5.1.3. Näringsämnen och organiskt material**

Näringsämnen inom området uppstår i livsmedelsnäringen, där restprodukterna är främst organiska, från reningsverket som tar hand om industrins spillvatten, och från boende i bostäderna.

Industrins organiska restströmmar skickas till Renahav som skapar biogas och biogödsel av restströmmarna. Processvattnet från industrin leds också till Renahavs anläggning och renas i vattenreningsanläggningen. Det organiska materialet som uppstår blir till biogas och gödsel i samma process som industrins substrat. Gödslet som produceras är KRAV-certifierat och säljs till lokala aktörer.

Organiskt material som uppstår inom bostadsområdet är främst matavfall och avföring. Matavfall från hushåll i kommunen hanteras i dagsläget av det lokala renhållningsbolaget RAMBO AB. Det arbetas med att få till en privat slurryanläggning för att öka graden av lokalt omhändertagande av det organiska materialet, vilket kan bidra till produktionen av lokal energi och gödsel. Annat organiskt material lämnar området via avloppet, i form av grå- och svartvatten.

Projektet har översiktligt undersökt huruvida möjligheten att nyttja näringsämnena påverkas av de olika scenarierna för vattenhantering- och rening på området. Det är dock inte klart vilka möjligheter som finns för att nyttja näringsämnena i vattnet, utan pågår fortfarande en diskussion med externa experter kring detta och vidare undersökningar behövs. Det kan konstateras att vad näringsämnena kan nyttjas till förmodligen skiljer sig i de olika scenarierna, i och med att olika tekniker används och att olika krav finns för hur gödsel kan användas och/om certifieras. Det finns potential till att producera kvävegödsel

från avloppsslam med olika tekniker, vilket möjliggör att nyttja näringsämnen i svartvattnet till gödselproduktion<sup>21</sup>. Nyligen har EU även godkänt att återvinna fosforsalter godkänts för EU-ekologiskt jordbruk, vilket skapar nya förutsättningar för att använda näringsämnen i svartvattnet för gödselproduktion<sup>22</sup>. För att kopplas an den lokalt producerade KRAV certifierade gödningen ställs högre krav och att blanda in näringsämnen från svartvatten för detta är i dagsläget inte möjligt. Huruvida det i ett framtida scenario, och med ny best available technology (BAT) kan bli möjligt återstår att se.

I gråvattnet finns generellt en väldigt liten mängd näringsämnen/slam att nyttja, men denna är generellt sett enklare att tillvarata och kan märkas på ett annat sätt när det inte varit blandat med svartvatten<sup>1</sup>. Det kan därför vara mer effektivt att hålla grå- och svartvattnet separat för att effektivisera reningen.

#### **5.1.4. Övriga resurser**

##### **Infrastruktur**

Det konstaterades tidigt i projektet att vattenflöden från ett bostadsområde inte kunde tas in i Renahavs befintliga industriella reningsanläggning. Anläggningen är designad för omhändertagande av industrins vatten och det produceras ett KRAV-certifierat gödsel. Om bostadsområdets grå- eller svartvatten skulle ledas till reningsanläggningen skulle det inte längre vara möjligt att certifiera gödsel enligt KRAV. Reningsanläggningen som diskuteras i scenarierna är förlagd till samma fastighet som bostäderna. Även om det inte bedöms ha potential i denna fallstudie att använda samma reningsverk för att rena bostadsområdets och industrins spillvatten kan det fortsatt vara fördelaktigt på andra platser med andra förutsättningar.

Infrastrukturen som kan användas gemensamt är värme-, el-, och gasdistributionssystem. Med hänsyn till möjligheten att hela eller delar av bostadsområdets värmebehov kan täckas med spillvärme från industrin finns det möjlighet till att använda delar av det befintliga värmedistributionssystemet.

##### **Kompetens och personal**

Här finns en stor potential till samverkan mellan industri, bostadsutvecklare och kommunen. Idéen är att Rena hav är de som ansvarar för anläggningen med deras expertis och kunskap inom drift av vattenrening. Kommunen har ansvar för fortsatt planarbete och bidrar med kravställning kring byggandet. I det färdigställda området ansvarar

---

<sup>21</sup> Andriy Malovanyy, Solveig Johannesdottir, Sebastian Scwede, Serina Ahlgren, Elin Flodin och KAvtiha Shanmugam. Svenskt Vatten. 2022. *Återvinning av näringsämnen från avlopp. En litteraturstudie.*

<sup>22</sup> RISE. Struvit och återvinna fosforsaltet från avloppsvatten nu godkända för EU-ekologiskt jordbruk. 23 januari 2023. Hämtat 24 06 26 från: <https://www.ri.se/sv/svenskanaringsplattformen/nyheter/struvit-och-atervinna-fosforsalter-fran-avloppsvatten-nu-godkanda-for-eu-ekologiskt-jordbruk>

kommunen för försörjning av dricksvatten. Med hänsyn till att det är brist på vattenreningskapacitet i området kan det bli en lösning som kan replikeras i andra områden och ge utvecklad kunskap kring enskilda avloppsreningsystem för större bostadsområden samt resultera i ett resurseffektivt nyttjande av dricksvatten i kommunen.

Kartläggningen har resulterat i en visionsbild över möjliga resursutbyten i befintliga och tillkommande system, se Figur 1 i Sammanfattningen.

## 5.2. Konzeptutveckling

Ett konceptförslag har tagits fram med fyra olika scenarier för hantering av spillvatten inom fallstudiens område i Långevik. Konceptet utgår tydligt från fallstudien och har dimensionerats efter de förutsättningar och volymer av vatten som gäller på platsen. Därutöver ges en översikt av relevanta reningstekniker som används i de olika scenarierna.

### 5.2.1. Dimensionering och volymer

Här följer en övergripande beskrivning av de volymer och dimensionering av planområdet för Långevik 1:12 m fl. för att kunna skapa en bild av områdets storlek. När planområdets bostadsområde är fullt utbyggt kommer det att omfattas av 1800–1900 pe, samt intilliggande planområde Lindalskogen etapp 2, av 150–200 pe. Det leder till att vid maximal utbyggnad av bostäder kommer område att bära 2100 pe.

#### 5.2.1.1. Maxflöde per hushåll och dygn

Vattenkonsumtionen per person i Sverige är ca 140 liter per dag, men enligt Svenskt Vatten är förbrukningen långsamt sjunkande och går mot att bli 130 liter per person<sup>23</sup>. Detta förklaras av flera faktorer, till exempel ökad miljömedvetenhet, ökade kostnader samt nya innovativa lösningar i framför allt nybyggnation som möjliggör lägre förbrukning.

När vattenkonsumtion för ett hushåll ska uppskattas är det vanligt att använda 5 pe per hushåll. Det innebär att dimensionering för maxflöde per hushåll blir 450 - 650 liter per dygn. I Sotenäs kommun bodde i slutet av 2022 i genomsnitt 1,93 personer per hushåll<sup>24</sup>. Av den anledningen är kravet för Sotenäs kommun närmare 2,5 pe och dygn. Anledningen

---

<sup>23</sup> Svenskt Vatten. *Vattenförbrukning i hushåll*. 2023 12 20. Hämtat 2024 06 27 från: <https://www.svensktvatten.se/fakta-om-vatten/dricksvattenfakta/140-liter-per-person-och-dygn/>

<sup>24</sup> Länsstyrelsen Västra Götaland. Rapport 2023:34. Bostadsmarknadsanalys 2023. Västra Götalands Län. [Bostadsmarknadsanalys 2023 \(lansstyrelsen.se\)](https://www.lansstyrelsen.se/vastragotaland/rapport-2023-34-bostadsmarknadsanalys-2023)

till den låga siffran beror på att kommunen har en stor andel fritidsboenden<sup>25</sup>. För planområdet i Långevik är målet att ha ett så litet behov av dricksvatten som möjligt in till bostäderna/systemet, närmare runt 90 l/p,d. Med ett krav på 2,5 pe i Sotenäs innebär det en dimensionering av maxflöde på uppskattningsvis 200 – 250 liter per hushåll och dygn.

De olika scenarierna som presenteras i rapporten visar på olika sätt att använda vatten i hushållen med olika vattenkvalitet istället för dricksvatten. Är det möjligt att hitta processer där renat vatten återanvänds och ersätter dricksvatten för bad/dusch, disk och tvätt, kan de cirkulära systemen ge en besparad vattenförbrukning upp till 90 % i jämförelse med befintlig och ny bebyggelse, där standard varit att man endast har ett rör in av dricksvatten och ett rör ut med spillvatten till reningsverk. Detta är bevisat i småskaliga utvecklingsmiljöer och testanläggningar, med potential för implementering för även större områden<sup>26</sup>.

#### 5.2.1.2. Dagvattenflöden

Inom planarbetet för området Långevik 1:12 m. fl. har en VA- och dagvattenutredning tagits fram av konsultbolaget Sweco<sup>27</sup>. I rapporten går att utläsa dagvattenflöden samt erforderliga fördröjningsvolymmer före och efter exploatering för det planerade bostads- och planområdet. Beräkningarna är framtagna utifrån nederbördsdata från SMHI samt flöden utifrån Svenskt Vattens rekommendationer med återkomsttider 2 år respektive 10 år. Skyfall definieras som ett regn med återkomsttiden 100 år. Det planerade bostadsområdet är stort och har därför indelats i fyra delområden där dagvatten avleds, enligt Figur 3.

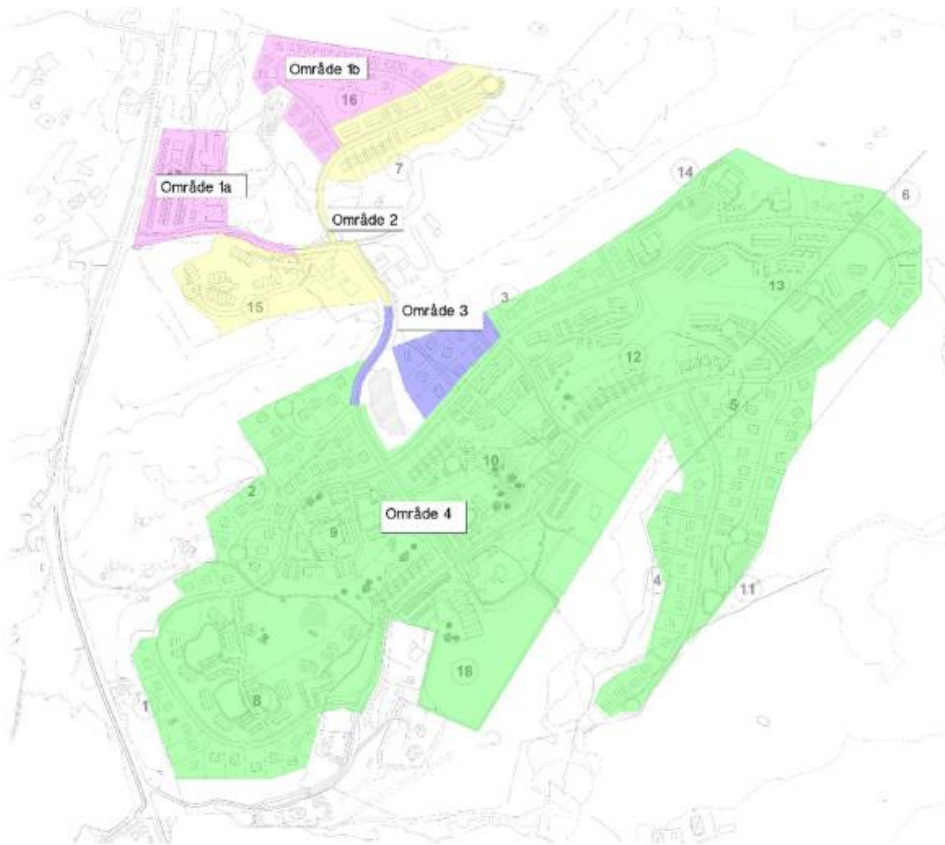
---

<sup>25</sup> Statistikmyndigheten SCB. Befolkningens medelålder efter region och kön. År 1998 – 2023. Hämtat 2024 06 13 från:

[https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START\\_BE\\_BE0101\\_BE0101B/BefolkningMedelAlder/](https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_BE_BE0101_BE0101B/BefolkningMedelAlder/)

<sup>26</sup> Recolab. Hämtat 2024 06 13 från: [www.recolab.se](http://www.recolab.se)

<sup>27</sup> Sweco. Rapport Långevik VA- och Dagvattenutredning. 2021 09 10. Hämtat 2024 06 13 från: <https://www.sotenas.se/download/18.4c34761b17d4afaa202af4b7/1638453810509/VA-%20och%20dagvattenutredning.pdf>



Figur 3. Delområden inom planområdet för dagvatten, bildkälla Sweco.

## 5.2.2. Reningstekniker

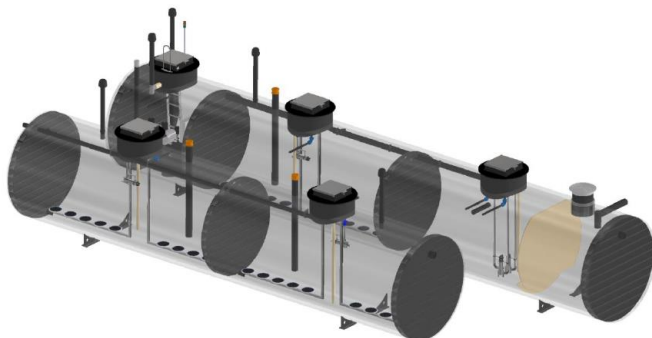
Vad vattnet används till påverkar valet av reningsteknik, vilka kräver olika utrustning och investeringskostnader. För att få en bättre förståelse om vad de olika reningsteknikerna kan leverera har flera möten med leverantörer och experter inom området hållits. I avsnittet beskrivs olika reningsprocesser i korthet.

### 5.2.2.1. Mekanisk, biologisk och kemisk rening

Tekniken är modul-utbyggd vilket innebär att storleken kan anpassas efter behov. Modulerna kan styras individuellt och anpassas efter årsvariationer. Det går att stänga ner en av de två processtankarna vid lägre belastning, driftflexibiliteten är 20% av maxbelastningen per tank. Behandlat vatten leds via befintlig utloppsledning. Reningverket har utvecklats för att motsvara standarden på ett centralt reningverk gällande reningsgrad och processövervakning.

- Reningprocessen är mekanisk, biologisk och kemisk.
- Larm skickas via PLC system.
- Nödutlopp leds till en extra uppsamlingstank med nivåalarm samt en extra slutna tank som har 1/3 av uppsamlingstankens volym.

- Utrustningen klarar reduktionskraven för hög miljöskyddsnivå.
- Låg el-förbrukningen på c40 000 kW/år vid maximal kapacitet på 320 kbm/dygn



**Figur 4.** Exempel på en uppsamlingstank. Bildkälla Uponor.

#### 5.2.2.2. Membranteknik

Reningsprocessen använder membran för att avskilja partiklar, föroreningar och mikroorganismer från vattnet. Vanligtvis involverar processen flera steg, inklusive mikrofiltrering, ultrafiltrering och omvänd osmos.<sup>28</sup>

- Mikrofiltrering:** I första steget pressas vattnet genom ett membran med små porer som tillåter vattenmolekyler att passera medan större partiklar och bakterier avskiljs.
- Ultrafiltrering:** I detta steg pressas vattnet genom membran med ännu mindre porer, vilket avlägsnar ännu mindre partiklar och mikroorganismer som virus och bakterier.
- Omvänd osmos:** Här pressas vattnet genom ett mycket tätt membran under högt tryck. Endast vattenmolekyler kan passera genom membranet medan resterande föroreningar och salter avlägsnas, vilket resulterar i mycket rent vatten. Omvänd osmos är den finaste filtreringsmetoden och en väldigt effektiv vattenreningsmetod.

Membranteknik med omvänd osmosanläggning för rening av gråvatten är en effektiv metod för att producera rent vatten för återanvändning i icke-dricksvattenapplikationer, såsom bevattning, toalettspolning och industriella processer. Det bidrar till att minska belastningen på vattenresurser och avloppsnät samtidigt som det främjar hållbar vattenanvändning. Det är dock en relativt dyr teknik och har ett högt energibehov.

---

<sup>28</sup> Angelica Lidén. Membranfiltrering för dricksvattenberedning – en kunskapssammanställning. [svu-rapport-2020-04.pdf](https://www.svu.se/rapport-2020-04.pdf) ([griffel.net](http://griffel.net)).

En fördel med membranteknik är att man står rustad för framtida miljökrav avseende bland annat läkemedelsrening.<sup>29</sup>

### 5.2.2.3. Infiltrationsbädd

Det går att använda en infiltrationsbädd för att rena både grå- och dagvatten till en vattenkvalitet motsvarande dricksvatten och återcirkulera det rena vattnet till BDT-applikationer. Det finns dock stora osäkerheter kopplade till höga investeringskostnader om teknikvalet jämförs med alternativet att köpa kommunalt dricksvatten. Scenarierna inkluderar användning av infiltrationsbädd för att rena dagvatten från partiklar och undvika missfärgning, i syftet återanvändning till spolvatten WC vilket inte innebär risk för personlig hälsa och säkerhet.

Andra sätt att rena gråvatten inkluderar biomoduler/kompaktfilter, infiltrationer och markbäddar. Rening av gråvatten kan innebära mekanisk behandling, biologisk behandling och kemisk behandling beroende på användningsområde.

För planområde Långevik så finns föreslagna åtgärder för hantering och rening av dagvatten presenterade i Swecos rapport.

### 5.2.3. Konceptbeskrivning och möjliga scenarier

Konceptet föreslås genomföras i samverkan mellan industri och kommun. Inom de nya planerade bostadsområdena planeras behovet av tillgång till dricksvatten att tillgodoses genom den kommunala lösningen. Sotenäs Vatten ombesörjer framdragning av rörledning fram till en anslutningspunkt inom område Långevik 1:12 med Renahav som beställare och kund. Renahav står som köpare och kund och betalar löpande brukaravgifter till Sotenäs Vatten för den använda volymen dricksvatten från det kommunala vattenverket av dricksvatten och betalar förbrukad vattenvolym enligt vid var tid gällande prislista. Renahav vidarefakturerar respektive fastighetsägare inom berörda planområden.

Renahav och exploatörerna projekterar, ansvarar för genomförande och anläggande, skötsel och underhåll av erforderliga rörledningssystem av dricks- och spillvattennät, hantering av dagvatten inom områdena samt bekostar alla material och utrustning (t ex ledningar för vatten, spillvatten och dagvatten, spillvattenpumpstationer, tryckstegringsstationer, vattenmätare etc.) på egen hand. Renahav (den industriella aktören) blir huvudman för reningsanläggningen.

För att förstå vilka möjligheter som finns för att skapa ett reningsverk för planområdet har fyra scenarier över vattenreningen tagits fram. I alla scenarier används en eller flera av de

---

<sup>29</sup> Stockholm Vatten och Avfall. Stockholms framtida avloppsrening Membranteknik För effektivare rening. Hämtat 24 06 13 från: <https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/sfasajten/sfa2/pdf/faktablad/faktablad-membranteknik.pdf>



tidigare beskrivna reningsteknikerna, vilket gör att de alla är tekniskt genomförbara idag. I alla scenarier är kranarna i bostäderna kopplade till dricksvatten från det kommunala nätverket för användning till mat och dryck samt disk. Vatten för bevattning inom området är något som beaktas som ett behov där dagvatten blir en resurs för att tillgodose behovet. Detta vatten kan även användas någon annanstans om behov finns och infrastruktur och kostnader kan motiveras utifrån funktionen och effekter som det bidrar med.

Vidare utgår alla scenarier ifrån att hela spillvattenvolymen behöver hanteras lokalt, då det inte finns möjlighet att avleda någon del av flödet till kommunal rening. På annan plats, där kapaciteten inte är lika begränsad som i Sotenäs, skulle en möjlig lösning kunna vara att leda svartvatten till det kommunala reningsverket. Ytterligare alternativ skulle kunna vara att utveckla en lösning där ett buffertsystem används för att hantera och utnyttja variationer över dygnet, och flödet avleds till det kommunala reningsverket när deras belastning är låg och därigenom styra belastningen på reningsverket.

Förutsättningarna för de olika scenarierna är att systemet skall dimensioneras som att alla bostäder används på samma gång. Sotenäs kommun har en fördelning som ser förhållandevis lika ut över tid i kommunen både vad gäller nybyggnation och äldre stadsdelar. Statistik visar på att 70 % av bostäderna är fritidshus och 30 % är året runt boende. Detta innebär att systemen bör vara flexibla och hantera stora skillnader på nyttjande av pe över året och samtidigt hantera rening av spillvatten med hög effektivitet. Störst belastning är det under sommarmånaderna under perioden maj-augusti med belastningstoppar under juli månad. Systemet bör med fördel dimensioneras för maximal belastning som i detta fall är 2100 pe. Det skulle eventuellt gå att utforma systemet för mindre belastning utifrån moduler där systemet kan skalas upp.

Varje scenario beskrivs i detalj här nedan, i **Tabell 1** presenteras en sammanfattning av varje scenario:

<b>Scenario</b>	<b>Reningsteknik</b>	<b>Återvändning av vattnet</b>
Scenario 1	Grå- och svartvatten leds ut i separata rör.	Gråvatten kan återanvändas för bad, dusch och tvätt.
	Membranteknik renar grå- och svartvatten i separata processer.	Renat svartvatten släppas till recipient.
	Infiltrationsbädd renar dagvatten.	Dagvatten används för toalettspolning och bevattning.
Scenario 2	Grå- och svartvatten leds ut i separata rör.	Duschvatten återanvänds lokalt till toalettspolning.

	Membranteknik renar grå- och svartvatten i separata processer.	Renat gråvatten används till bad, dusch och tvätt.  Renat svartvatten släppas till recipient.  Dagvatten används för bevattning.
Scenario 3	Grå- och svartvatten leds ut i gemensamt rör.  Mekanisk, biologisk och kemisk rening för grå- och svartvatten.  Infiltrationsbädd för rening av dagvatten.	Dagvatten används för toalettspolning och bevattning.  Renat svartvatten släppas till recipient.
Scenario 4	Grå- och svartvatten leds ut i gemensamt rör.  Mekanisk, biologisk och kemisk rening för grå- och svartvatten.	Duschvatten återanvänds lokalt till toalettspolning.  Dagvatten används för bevattning.  Renat svartvatten släppas till recipient.

**Tabell 1** Översikt av scenarier.

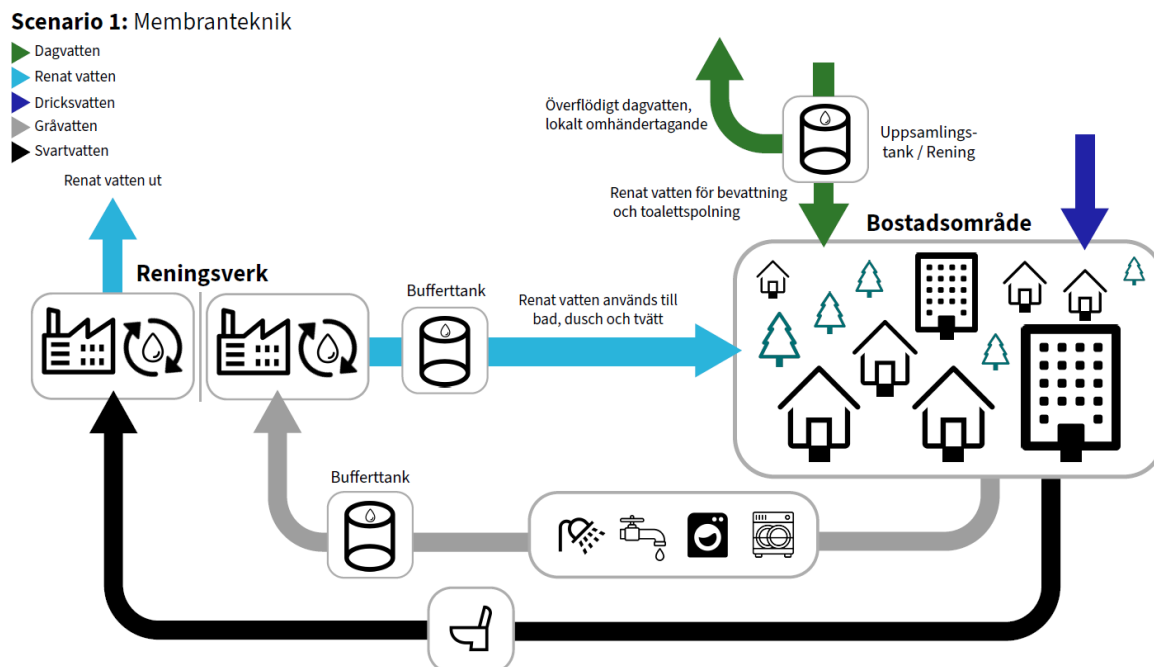
### **Scenario 1: Membranteknik+Dagvatten till WC**

I scenario 1 leds grå- och svartvatten i separata flöden för rening i enskilda reningsverk. Gråvattnet skickas till uppsamlingstank för att därefter ledas vidare in i en processtank där rening utförs med membranteknik som beskrivs i avsnitt 5.2.2 ovan. Dagvatten renas i en infiltrationsbädd enligt beskrivningen ovan, främst för att avlägsna eventuella tungmetaller och förhindra missfärgning.

Återvunnet och renat gråvatten kan användas till bad/dusch och tvätt inom bostadsområdet. Renat svartvatten släpps ut till recipient. Det renade dagvattnet kan efter rening användas för att spola toaletter och bevattning inom området.

I Scenario 1 behövs dricksvatten för att täcka behoven för "Mat & dryck", "Disk" och en del av "Personlig hygien", uppskattat till 10–20% av det totala vattenbehovet. För att kunna försörja andra behov behöver ytterligare dricksvatten införas, eftersom 10–20% återcirkulerat vatten räcker inte för att försörja resterande behov. Dagvatten kommer att

nyttjas för att täcka behovet för toalettspolning. Detta innebär att 30–40% av det totala behovet täcks av dricksvatten, vilket resulterar i en minskning av dricksvattenbehovet med 60–70% genom återanvändning av vatten inom området, baserat på diagrammet i Figur 5.



Figur 5. Scenario 1: Membranteknik

Fördelarna med Scenario 1 är att membrantekniken bidrar till en hög reningsgrad på vattnet. Detta innebär att renat vatten som går tillbaka till bostadsområdet är av kvalitet för användning till bad, dusch och tvätt. Nackdelen är att tekniken är betydligt dyrare både vad gäller investering och drift, samt att den kräver ett högre energibehov, jämfört med andra lösningar.

### Scenario 2: Membranteknik med lokal loop för duschvatten till WC

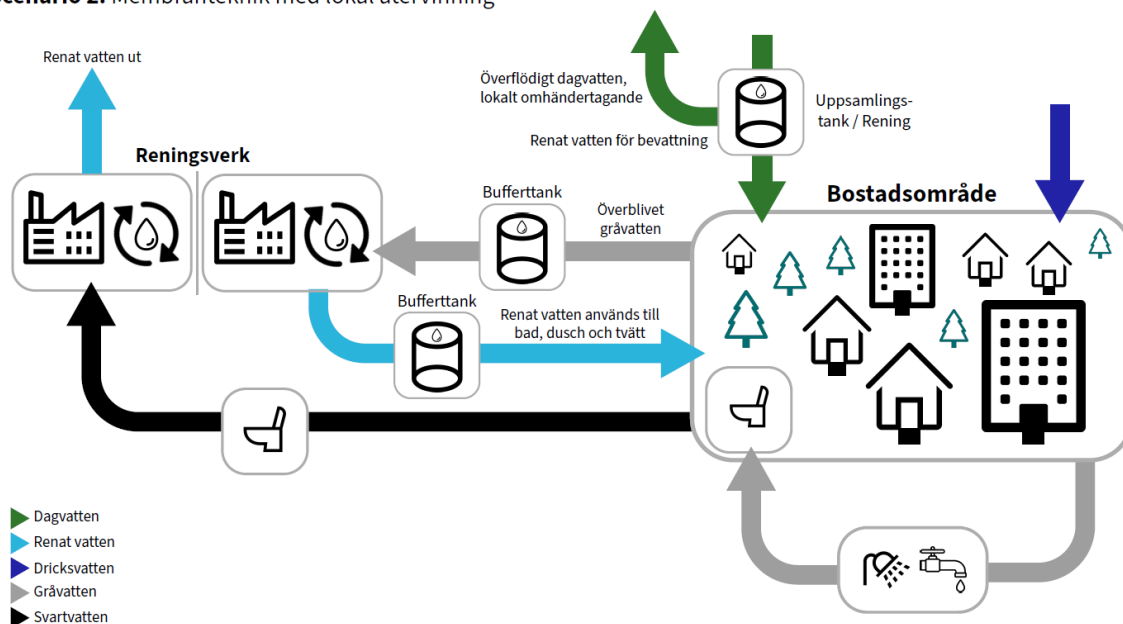
I scenario 2 leds grå- och svartvatten i separata flöden för rening i enskilda reningsverk. Duschvatten hanteras inom bostaden direkt till spolvatten via en extra slinga för toaletter innan spillvattnet lämnar bostaden som svartvatten. Övrigt gråvatten skickas till uppsamlingstank för att därefter ledas vidare in i en processtank där rening utförs med membranteknik som beskrivs i avsnitt 5.2.2 ovan. Svartvattnet skickas till ett separat reningsverk för att renas med membranteknik enligt Figur 6.

I detta scenario, precis som i scenario ett, återcirkuleras det renade gråvattnet tillbaka till bostäderna för att användas till bad, dusch och tvätt. Skillnaden jämfört med scenario 1 är att här används duschvatten för att spola toaletter och därefter lämnar det som svartvatten, som efter rening skickas till recipient. Dagvattnet kan användas för bevattning.

I Scenario 2 behövs dricksvatten för att täcka behoven för "Mat & dryck", "Disk" och en del av "Personlig hygien", uppskattat till 10–20% av det totala vattenbehovet. För att kunna

försörja andra behov behöver ytterligare dricksvatten införas, eftersom 10–20% återcirkulerat vatten räcker inte för att försörja resterande behov. I stället för att använda renat dagvatten, som i scenario 1 för att spola toaletter, kommer vatten från dusch att användas för att spola toaletter, vilket möjliggör att använda renat dagvatten till andra applikationer, som bevattning. Detta innebär att 30–40% av det totala behovet täcks av dricksvatten, vilket resulterar i en minskning av dricksvattenbehovet med 60–70% genom återanvändning av vatten inom området, liknande scenario 1.

### Scenario 2: Membranteknik med lokal återvinning



Figur 6. Scenario2: Membranteknik med lokal återvinning av grävatten

Fördelarna med Scenario 2 är att membrantekniken bidrar till en hög reningsgrad på vattnet. Detta innebär att renat vatten som går tillbaka till bostadsområdet är av kvalitet för användning till bad, dusch och tvätt. Samtidigt minskar resurserna som krävs för att rena dagvatten för toalettspolning. Nackdelen är att tekniken är förknippad med höga kostnader för både investering och drift, samt att den kräver ett högre energibehov, jämfört med andra lösningar.

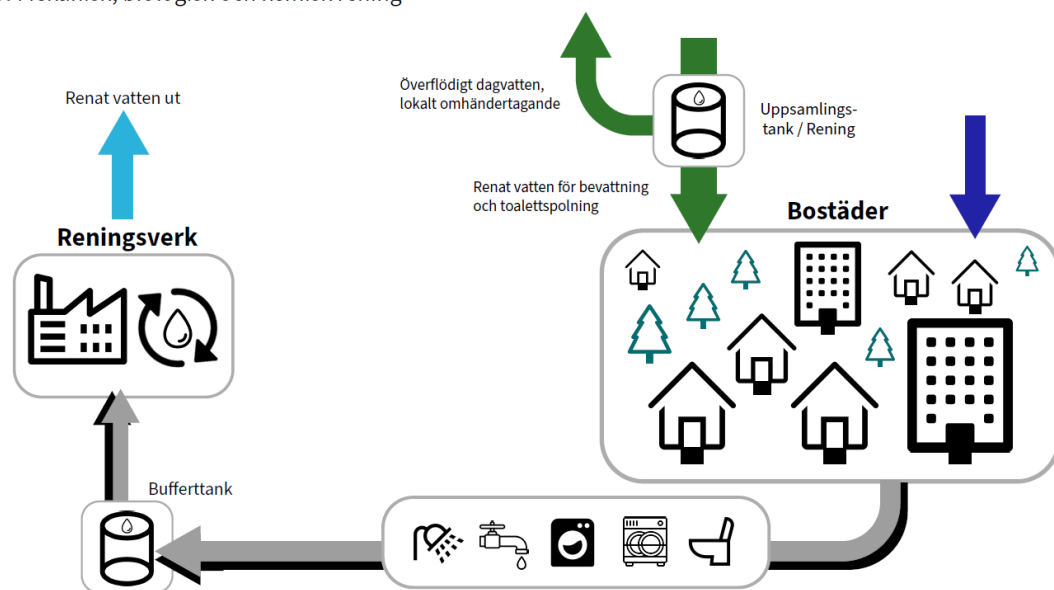
### Scenario 3: Mekanisk, biologisk och kemisk rening+Dagvatten till WC

I Scenario 3 (och 4) separeras inte rening av spillvatten genom separata strömmar, utan det går i en gemensam ström till en bufferttank vidare till ett reningsverk, enligt Figur 7. Den reningsprocess som blir aktuell för scenario tre är mekanisk, biologisk och kemisk rening som beskrivs i avsnitt 5.2.2 ovan.

I scenariot renas dagvatten genom en infiltrationsbädd och filtrering genom ett sandlager innan vattnet renas ytterligare genom filterrening för att ta bort tungmetaller, missfärgning m.m. och för att användas till bevattning och toalettspolning. Om vattnet enbart ska användas för bevattning behöver det inte renas för missfärgning.

### Scenario 3: Mekanisk, biologisk och kemisk rening

- ▶ Dagvatten
- ▶ Renat vatten
- ▶ Dricksvatten
- ▶ Gråvatten
- ▶ Svartvatten

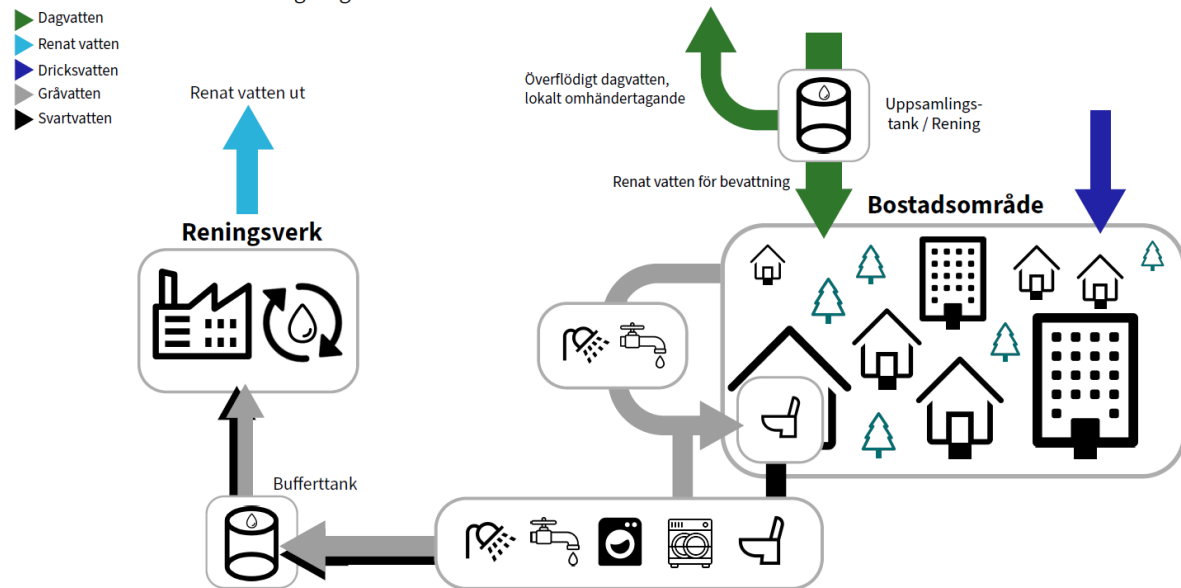


Figur 7. Scenario 3. Mekanisk, biologisk och kemisk rening

### Scenario 4: Mekanisk, biologisk och kemisk rening med lokal loop för duschvatten till WC

Scenario 4 är upplagt likt Scenario 3 med en reningsprocess som är mekanisk, biologisk och kemisk rening, enligt Figur 8. Reningstekniken beskrivs i 5.2.2 ovan. Det som skiljer sig i scenario 4 är att gråvatten cirkuleras för lokal återvinning till toalettpolning i stället för renat dagvatten. Dagvatten används för bevattning inom området.

#### Scenario 4: Lokal återvinning av gråvatten



Figur 8. Scenario 4. Lokal återvinning av gråvatten

#### Sammanfattning

I ovan beskrivna scenarier finns två primära lösningar för att rena spillvattnet. I scenario ett och två, där membranteknik appliceras för att rena separata strömmar av grå- och svartvatten. I scenario tre och fyra appliceras mekanisk, biologisk och kemisk rening för att rena båda restvattenströmmarna som sedan förs vidare till recipient. I samtliga scenarier används andra vattenströmmar för att spola toaletter, vilket medför en minskad förbrukning av dricksvatten med 21%.

Utöver hur vattenresurser behandlas inom området är det som skiljer konceptet mot traditionella lösningar idén om att skapa symbios mellan industri och bostäder. Överskottsvärme från fastigheter och industri kan tas tillvara och optimeras som en helhet. Exempelvis kan spillvärme från industriella processer värma fastigheter och varmvatten i bostäderna, samtidigt som återvinning av energi från bostädernas gråvatten kan användas för att exempelvis förvärma vissa industriella processer. Ambitionen är dessutom att producera solenergi på området, som kan lagras för att minimera toppar och dalar i belastningen, samt att borra för värmepumpar i olika steg.

Genom att en industriell aktör går in med sin kompetens och infrastruktur (befintlig och ny), möjliggörs utvecklingen av bostadsområdet och synergieffekter skapas mellan industrin och kommun/samhälle. Genom samverkan kan helhetssystemet optimeras och bli mer resurseffektivt. Konceptet är också innovativt i det sätt samverkan föreslås mellan kommun och industri, med uppdelat ansvar för leverans av dricksvatten respektive huvudmannaskap för rening av spillvatten.

### 5.3. Genomförbarhetsanalys

Den primära utmaningen i fallstudien Sotenäs Långevik är att det saknas kapacitet i det kommunala reningsverket för omhändertagande av tillkommande volymer spillvatten och av den anledningen har planarbetet avstannat. Ovan beskrivna scenarier har därför haft som utgångspunkt att finna alternativa lösningar för hur spillvattnet kan omhändertas på annat sätt än att ansluta området till kommunalt VA så att planarbetet kan återupptas och möjliggöra fortsatt bostadsutveckling. Scenarierna inkluderar också olika lösningar för att återföra renat vatten till olika applikationer i bostäder och inom området och på så vis minska användningen av kommunalt dricksvatten. Gemensamt för samtliga beskrivna scenarier är att de har utformats utifrån hög genomförbarhet ur ett tekniskt och socialt perspektiv. De tekniska lösningarna för rening i de beskrivna scenarierna är välbeprövade och tillgängliga på marknaden och konceptet som helhet bedöms för de beoende innebära liten skillnad jämfört med om området hade kunnat anslutas till kommunalt VA. Det är dock fortfarande ovanligt att bygga in lösningar för återförande av renat spill- och dagvatten och för att säkra acceptans för detta behövs sannolikt att lösningen kommuniceras och förankras hos målgruppen.

Förstudien har inte rymt en detaljerad analys av lagstiftningen som kan påverka möjligheten att bygga mer resurseffektivt. Den juridiska delen i genomförbarhetsanalysen har avgränsats till två frågeställningar; 1) krav på vattenkvalitet för lokal återanvändning av renat vatten och 2) krav från kommunen för att möjliggöra bostadsutveckling utan anslutning till kommunalt VA. Vad gäller den första frågan finns krav på dricksvatten, men i övrigt finns inga tydliga krav kring renhet för vatten som avses användas till andra ändamål i bostaden. I scenarierna beskrivs lösningar där gråvatten renas till samma kvalitet som dricksvatten med intentionen att användas för hygien och tvätt, eller med enklare rening återförs för att spola WC. De beskrivna lösningarna utgår mer från ett socialt perspektiv och acceptans för lösningen än att uppfylla standarder eller lagstiftade krav. För att möjliggöra lösningar för mer vattneffektiva bostäder skulle det vara hjälpsamt med tydligare krav och riktlinjer för återförande av renat vatten i olika applikationer. Vad gäller den andra frågan, det vill säga kommunens krav, har det genomförts ett flertal möten med kommunala tjänstepersoner i olika roller för att förstå vilka hinder och möjligheter som kan finnas och vilka som är viktiga att involvera i fortsatt arbete. Resultatet från dessa dialoger och efterforskningar visar att en avgörande fråga ligger i att detaljplanen beslutas med enskild hantering av avlopp. Praxis för ett bostadsområde av den här storleken är annars kommunalt verksamhetsområde för VA. Då kommunen enligt lag kan bli skyldiga att överta enskilda anläggningar (enligt Lag om allmänna vattentjänster) blir det viktigt att konceptet utformas på ett sätt som skapar en stabil och långvarig lösning, samt att det finns en trygghet i uppgörelsen. Om industriell infrastruktur ska bli en möjliggörare för nya bostadsområden är det viktigt att arbeta tillsammans med kommunen för att besvara frågeställningar såsom:

- Vilken säkerhet behövs för att minska risken och skapa trygghet för kommunen/VA bolaget? Vad händer om ett företag skulle gå i konkurs?
- Vad kan regleras i detaljplanen och vad regleras i avtal?
- Hur kan detaljplaner utformas för att bättre främja industriell och urban symbios för industri, samhälle och bostadsområden i samverkan för mer resurseffektiva system?
- Hur bör VA-taxan utformas? Om vissa flöden undantas från kommunal hantering, t.ex. om man delar på grävatten och svartvatten, hur får man till affärsmodellen?

I fortsatt arbete är det också viktigt att göra en mer omfattande analys av byggregler, miljölagstiftning och kommande avloppsdirektiv.

För att möjliggöra en jämförelse mellan scenarierna har de graderats på en femgradig skala, med hänsyn till ekonomi, drift och investeringar, energibehov, reningsgrad, reducerat behov av dricksvatten och infrastrukturen som krävs för varje scenario. Scenarierna jämförs mot varandra. Resultaten visar att scenario 1 och 2 har stora fördelar med hänsyn till reningsgraden och möjligheterna det ger att återanvända vattnet. Den avancerade reningstekniken skapar möjlighet till att rena vattnet från läkemedel och andra föroreningar som är svårt att rena med annan teknik. Nackdelen är att kostnaden blir högre, både med hänsyn till investering och underhåll. Scenario 1 och 2 kräver även en mer omfattande infrastruktur jämfört med Scenario 3 och 4, i form av utbyggnad för systemet att funka inom utvecklingsområdet. I scenario 3 och 4 är reningsgraden inte lika hög som för scenario 1 och 2, men uppnår de krav som i dagsläget ställs på utsläpp till recipient. En risk är att framtida krav kring rening av läkemedelsrester inte kommer att uppnås, vilket medför ett behov av tillkommande investeringar för uppgradering av reningsverket, vilket negativt påverkar betyget för drift. I scenarier 1 och 3 ingår infiltrationsbädd för att rena dagvatten, vilket leder till en högre investering, jämfört med scenario 2 och 4.

Analysen av de olika scenarierna visas i tabellen nedan. Ur ett ekonomiskt perspektiv verkar scenario 3 och 4 vara att föredra, på grund av att de har lägre investerings- och driftskostnader. Dock har både scenario 3 och 4 sämre förutsättningar för att minska behovet av dricksvatten och för omhändertagande av näringsämnen samt är sämre rustade för framtida krav på mer omfattande rening. Sammanställningen ger en översiktlig bild av hur de olika scenarierna för hantering av spill- och dagvatten förhåller sig till varandra, men för att till fullo förstå den ekonomiska genomförbarheten måste systemet detaljstuderas och utvärderas i sin helhet, vilket även inkluderar utvecklade lösningar för symbios där överskottsvärme från närliggande industri förser bostäder med värme samt eventuella möjligheter att ta tillvarata näringsämnen för återförsl till det biologiska kretsloppet. Inom ramen för förstudien har det inte varit möjligt att ta fram en fullt detaljerad utformning av tekniska lösningar eller tillhörande kalkyler, ej heller att fördjupa sig i hinder och möjligheter kring näringsämnen.



Kriterie	Scenario			
	1	2	3	4
Ekonomi, drift	-1	-1	0	0
Ekonomi, investering	-2	-1	0	1
Energibehov	-1	-1	1	1
Reningsgrad	2	2	0	0
Minskat dricksvatten behov	2	2	0	0
Infrastruktur	0	0	1	1
Totalt betyg	0	1	3	4

Tabell 2. Översikt genomförbarhet scenarier

Mycket dåligt	-2
Dåligt	-1
Mellan	0
Bra	1
Mycket bra	2

## 6. Slutsatser, nyttiggörande och nästa steg

Projektet har lett till material, kunskap om tekniska lösningar och flertalet vidare frågeställningar som ingår i handlingsplanen framåt. Först och främst har det konstaterats att det finns flera olika sätt att forma dessa helhetssystem med resursutbyten mellan industri och bostadsområde, dels i förhållande till prismodell, dels rent tekniskt och utifrån genomförbarhet utifrån intressentdialogerna som utförts. Samtliga med olika grad av innovation och resurseffektivitet.

I projektet har flertalet möten hållits både med teknikleverantörer och med övriga intressenter för att få inspel på vilka frågeställningar som behöver mötas. Utvecklad konceptmodell står inför flera utmaningar vilka identifierats genom en SWOT analys som kräver utredning och strategisk planering. Nedan listas några centrala punkter och rekommenderade åtgärder:

1. Osäkerhet och riskhantering kommunen: För att industriell infrastruktur ska kunna stödja nya bostadsområden, måste osäkerheten minskas genom att definiera kommunens specifika krav och implementera ytterligare säkerhetsåtgärder. Detta ökar tryggheten för kommunen och VA-bolaget.
2. Säsongsvariationer: En fördel hade varit om mer detaljer funnits gällande säsongsvariationer på bostadsområdet. Det hade gjort det enklare att förutsäga hur det påverkar vattenreningen och ekonomin. Genom att undersöka dessa variationer och implementera lösningar som moduluppbyggda scenarier och bufferttankar, kan belastningen och kvaliteten på vattenreningen regleras effektivt.

3. Krav på vattenkvalitet för lokal återvinning: Vad vi i projektet kommit fram till finns inga tydliga krav på hur rent vatten ska vara för återanvändning till bad, disk och tvätt. För att säkerställa säker och effektiv återvinning av vatten, bör frågan analyseras och implementeras nödvändiga kvalitetskrav tillsammans med miljö och hälsa i kommunen, i väntan på att det kommande avloppsdirektivet beslutas och träder i kraft.
4. Hantering av dagvatten: Det ekonomiska genomförandet av föreslagna dagvattenlösningar behöver utredas. Genom att identifiera lämplig teknik och beräkna besparingar av dricksvatten, både i volymer och kostnader, kan en kostnadseffektiv plan för hantering av dagvatten utvecklas.
5. Juridiska förutsättningar, avtal och lagstiftning: Det finns flera juridiska utmaningar och möjligheter för att främja symbiossamverkan mellan industri, bostadsområde och offentlig sektor. Genom att utreda vad som kan regleras i detaljplanen, utforma symbiotiska detaljplaner och analysera VA-tariffer och affärsmodeller för delat gråvatten och svartvatten, kan vi skapa en juridisk och avtalsteknisk grund som stödjer och främjar resurseffektiva system.

För att kunna implementera hållbara och effektiva lösningar för integration av privat och offentlig infrastruktur krävs en grundlig förståelse av nuvarande juridiska möjligheter och begränsningar. Genom att utmana dagens möjligheter och tänka innovativt kan vi främja samverkan och resurseffektivitet. För framtiden behöver vi vara beredda att anpassa regelverk och normer för att möta nya utmaningar och möjligheter.

Nästa steg på lokal nivå är att inkludera att fortsätta dialogen med samhällsbyggnadsavdelningen och andra relevanta aktörer för att utveckla konkreta planer och strategier för att realisera dessa visioner.

På nationell nivå, står flertalet mindre kommuner i Sverige idag inför utmaningar kring vattenrening, både vad gäller kapacitet och teknik. Där kan samhällsnyttan av nya lösningar som bygger på sektorövergripande samverkan vara betydande. Genom att utveckla och implementera innovativa reningstekniker kan kommunerna inte bara hantera sina nuvarande vattenreningsbehov mer effektivt, utan även skapa förutsättningar för att bygga fler bostäder och därmed möjliggöra tillväxt.

Denna utveckling innebär inte enbart att fler boenden blir tillgängliga, utan också att dessa bostadsområden byggs med ett starkt fokus på hållbarhet. Genom att integrera ett cirkulärt tänkande kring vatten, energi och näringsämnen kan nya bostadsområden bli förebilder för hållbar stadsutveckling. Detta inkluderar att återvinna och återanvända resurser inom ett tillämpat systemperspektiv, vilket främjar en mer hållbar användning av naturresurser. Ett sådant holistiskt angreppssätt innebär att vattenreningssystemen utformas för att maximera effektiviteten och minimera miljöpåverkan. Det kan innefatta tekniker som separerar och behandlar gråvatten och svartvatten på olika sätt, användning av bufferttankar för att hantera säsongsvariationer, samt återanvändning av renat vatten för bevattning, bad, disk och tvätt.

Genom att använda industriell infrastruktur som en möjliggörare kan mindre kommuner inte bara lösa sina omedelbara vattenreningsproblem utan också skapa långsiktigt hållbara och attraktiva livsmiljöer. Detta bidrar till att stärka kommunens kapacitet för tillväxt och utveckling, samtidigt som det säkerställer att framtida generationer kan njuta av rena och välmående samhällen.

## **7. Projektkommunikation**

Information om projektet har primärt spridits genom möten med externa aktörer, där målgrupper har varit politiker, tjänstepersoner i kommunen, företag, möjliga leverantörer och akademi. Dessa möten har haft stor betydelse för projektet genom att de utöver informationsspridning även har resulterat i ökad kunskap om möjligheter och hinder för att industriell infrastruktur nyttjas som möjliggörare för bostadsutveckling och att förankra genomförandet av fortsatt arbete.

## 8. Referenser

Andriy Malovanyy, Solveig Johannesdottir, Sebastian Scwede, Serina Ahlgren, Elin Flodin och KAvtiha Shanmugam. Svenskt Vatten. 2022. *Återvinning av näringsämnen från avlopp. En litteraturstudie.*

Angelica Lidén. Membranfiltrering för dricksvattenberedning – en kunskaps sammanställning. [svu-rapport-2020-04.pdf \(griffel.net\)](#)

Ecoloop och Water Revival Systems. Vattenbesparande åtgärder. Exempelsamling för kommuner och hushåll. 2021 01 02.

HSB Living Lab. About us. Hämtat 2024 06 17 från <https://www.hsb.se/en/hsb-living-lab-en/about-us/>

HSB Living Lab. Duschar för framtiden i HSB Living Lab. Hämtat 2024 06 17 från <https://www.hsb.se/en/hsb-living-lab-en/projekt-i-huset1/duschar-for-framtiden/>.

HSB Living Lab. Framtidens Energibesparande golvbrunnare. Hämtat 2024 06 17 från: <https://www.hsb.se/hsblivinglab/projekt-i-huset1/enduece/>

Kalundborg Symbiosis. Symbioskarta. Hämtat 2024 06 20 från: <https://www.symbiosis.dk/en/>

Kunskapscentrum Små Avlopp. Bad-, disk- och tvättvatten – hur farligt är det? Risker, skyddsbehov och reningstekniker. 2013 10 03.

Livsmedelsverket. Dricksvattenreglerna. Hämtat 2024 06 19 från: [Dricksvattenreglerna \(livsmedelsverket.se\)](#)

Länstyrelsen Västra Götaland. Rapport 2023:34. Bostadsmarknadsanalys 2023. Västra Götalands Län. [Bostadsmarknadsanalys 2023 \(lansstyrelsen.se\)](#)

Maria Backman. Göteborgs Posten. *Ny billig metod förvandlar avloppsvatten till dricksvatten.* 29 maj 2024. Hämtat 2024 06 26 från: <https://www.gp.se/livsstil/ny-billig-metod-forvandlar-avloppsvatten-till-dricksvatten.bd2b7061-72ea-4a18-bc41-857b3874bde4>

Maria Takman, Michael Cimbritz, Åsa Davidsson, Catherine Paul, Ola Svahn och Stefan Blomqvist. Svenskt Vatten. Återanvändning av renavt avloppsvatten, potential efter rening med en membranbioreaktor följt av granulerat aktivt kol. 2022.

Norconsult. Mörbylånga vattenverk. Hämtat 2024 06 10 från: <https://norconsult.se/projekt/moerbylaanga-vattenverk/>

PUB Singapore's National Water Agency. NEWater quality. Hämtat 24 06 11 från: <https://www.pub.gov.sg/Public/WaterLoop/Water-Quality/NEWater>

PUB Singapore's National Water Agency. NEWater. Hämtat 2024 06 11 från: <https://www.pub.gov.sg/Public/WaterLoop/OurWaterStory/NEWater>

PUB Singapores National Water Agency. Summary of Singapore's Water Reuse Guideline or Regulation for Potable Water Reuse. Hämtat 2024 06 11 från:

<https://www.epa.gov/waterreuse/summary-singapores-water-reuse-guideline-or-regulation-potable-water-reuse>

Recolab. Hämtat 2024 06 13 från: [www.recolab.se](http://www.recolab.se)

Recolab. Vanliga frågor. Hämtat 24 06 11 från: <https://www.recolab.se/vanliga-fragor/>

RISE. Struvit och återvunna fosforsaltet från avloppsvatten nu godkända för EU-ekologiskt jordbruk. 23 januari 2023. Hämtat 24 06 26 från:

<https://www.ri.se/sv/svenskanaringsplattformen/nyheter/struvit-och-atervunna-fosforsalter-fran-avloppsvatten-nu-godkanda-for-eu-ekologiskt-jordbruk>

State of Green, Our Future Water, IWA Denmark. 1 July 2022. *Urban water management. Creating climate-resilient cities.*

Statistikmyndigheten SCB. Befolkningens medelålder efter region och kön. År 1998 – 2023. Hämtat 2024 06 13 från:

[https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START\\_BE\\_BE0101\\_BE0101B/BefolkningMedelAlder/](https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_BE_BE0101_BE0101B/BefolkningMedelAlder/)

Stockholm Vatten och Avfall. Stockholms framtida avloppsrening Membranteknik För effektivare rening. Hämtat 24 06 13 från:

<https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/sfasajten/sfa2/pdf/faktablad/faktablad-membranteknik.pdf>

Svenskt Vatten. Beställargrupp för minskade utsläpp av läkemedelsrester, mikroplaster och andra föroreningar via avloppsreningsverk. December 2022.

Svenskt Vatten. *Vattenförbrukning i hushåll*. 2023 12 20. Hämtat 2024 06 27 från:

<https://www.svensktvatten.se/fakta-om-vatten/dricksvattenfakta/140-liter-per-person-och-dygn/>

Sweco. Rapport Långevik VA- och Dagvattenutredning. 2021 09 10. Hämtat 2024 06 13 från:

<https://www.sotenas.se/download/18.4c34761b17d4afaa202af4b7/1638453810509/VA-%20och%20dagvattenutredning.pdf>

VA Guiden. Marie Strand. Exempel på vattenbesparing: Återanvändning av grävatten i HSB Living Lab i Göteborg. 2021 01 27. Hämtat 2024 06 17 från

<https://vaguiden.se/2021/01/exempel-pa-vattenbesparing-ateranvandning-av-gravatten-i-hsb-living-lab-i-goteborg/>

Vattenfall. Vad är normal vattenförbrukning?. Hämtat 2024 06 13 från:

<https://www.vattenfall.se/fokus/tips-rad/normal-vattenforbrukning/>

Yellon. Så fungerar Yeah. Hämtat 2024 06 19 från: <https://yeah.yellon.se/teknik/>

Östrelen VA. *Vattenkiosk för återvinning av avloppsvatten*. Hämtat 24 06 26 från:  
<https://osterlenva.se/projekt/projektvattenkiosk/>

## **9. Bilagor**

Bilaga 1 Möten med externa aktörer

Bilaga 2 Energivisionen



**RE:Source är ett strategiskt innovationsprogram som fokuserar på att utveckla cirkulära, resurseffektiva materialflöden. Vårt mål är att uppnå en hållbar materialanvändning där vi håller oss inom planetens gränser.**

**RE:  
SOURCE**

[resource-sip.se](https://resource-sip.se)