



UPPSALA
UNIVERSITET

SAMINT-IE 25007

Självständigt arbete 15 HP

Juni 2025

Källsorterande avlopp är inte skitsnack

En fallstudie om förutsättningarna för implementering av
en innovation i Knivsta kommun

Julia Svonni, Hanna Höglund, Daniel Kakai,
Jenny Zhou & Linnéa Jansson



UPPSALA
UNIVERSITET

Source-separating sewage systems are not bullshit: A case study about the feasibility of implementing an innovation in Knivsta municipality

Julia Svonni, Hanna Höglund, Daniel Kakai,
Jenny Zhou & Linnéa Jansson

Abstract

New demands on future water and sanitation systems are posed by climate change and urbanization. Source-separating sewage systems have emerged as a more resource-efficient and circular alternative to conventional solutions. This study aims to investigate barriers and opportunities for implementing source-separating sewage systems in the rapidly growing municipality of Knivsta in Sweden. Based on interviews with stakeholders in Knivsta as well as in other parts of Sweden where such systems have been implemented or are planned to be implemented, this study was designed as a qualitative case study. The empirical material was analyzed using the Multi-Level Perspective (MLP) framework for sociotechnical transitions, focusing on how innovations interact with established structures. Anticipated population growth in Knivsta along with knowledge exchange with other actors in Sweden, particularly an operating pilot project in Helsingborg, are identified as opportunities. Although the project in Helsingborg proves the technical feasibility of the innovation, notable barriers such as organizational challenges, economic uncertainty, a lack of incentives and political will and legislation that favours conventional systems remain. The results align with existing research using MLP to understand socio-technical transitions as it underlines the importance of knowledge sharing and coordination between actors to reach system change. Overall, the study contributes to a deeper understanding of socio-technical transitions and emphasizes the need for long-term governance and knowledge development in order to implement circularity in a lasting and sustainable way.

Keywords: source-separating sewage system, sewage system, socio-technical transition, Multi-Level Perspective, innovation, sustainable urban development

Teknisk-naturvetenskapliga fakulteten
Uppsala universitet, Utgivningsort Uppsala
Handledare: Peter Birch & Cristina Ghita
Examinator: Sofia Wagrell

Sammanfattning

I takt med ökade klimatförändringar och urbanisering ställs nya krav på hållbarhet i våra städers infrastruktur. Källsorterande avloppssystem har lyfts fram som ett mer resurseffektivt och cirkulärt sätt att tackla denna utmaning. Detta arbete syftar till att undersöka vilka hinder och möjligheter som finns för att implementera källsorterande avloppssystem i den växande kommunen Knivsta i Sverige. Arbetet utformades som en kvalitativ fallstudie med intervjuer av aktörer såväl i Knivsta kommun som på andra platser i Sverige där källsorterande avloppssystem har implementerats eller planeras att införas i framtiden. För att analysera empirin användes Multi-Level Perspective (MLP) för sociotekniska omställningar som belyser hur innovationer interagerar med etablerade strukturer. Arbetet pekar ut möjligheter i form av nybyggnationer i Knivsta till följd av förväntad befolkningstillväxt och erfarenhetsutbyte med andra aktörer i Sverige, i synnerhet ett fungerande pilotprojekt i Helsingborg. Fastän pilotprojektet i Helsingborg bevisar innovationens tekniska genomförbarhet identifieras betydande hinder för implementering i form av organisatoriska utmaningar, ekonomisk osäkerhet, brist på incitament och politisk vilja samt lagstiftning som gynnar konventionella system. Resultaten överensstämmer med tidigare forskning där MLP applicerats för att analysera sociotekniska omställningar och där det konstaterats att erfarenhetsutbyte, politisk vilja och samordning mellan aktörer är av yttersta vikt för en omställning. Sammantaget bidrar arbetet till en ökad förståelse för sociotekniska omställningar och betonar vikten av långsiktig styrning och kunskapsuppbyggnad för att kunna implementera cirkulära lösningar på ett varaktigt och hållbart sätt.

Nyckelord: källsorterande avloppssystem, VA-system, socioteknisk omställning, Multi-Level Perspective, innovation, hållbar stadsutveckling

Begreppsförteckning och akronymer

Begrepp eller förkortning	Beskrivning
Dagvatten	Regn- och smältvatten
Grundvatten	Vatten som trängt sig ner djupt genom jord och berg, fungerar som en råvara till dricksvatten
Gråvatten/BDT-vatten	Vatten från bad, dusch och tvätt
Humanpatogener	Mikroorganismer som kan orsaka sjukdom hos människor
Konventionell avloppshantering	Allt spillvatten leds genom ett rör till ett centralt reningsverk där det behandlas i tre steg
MLP	Multi-Level Perspective
Recipient	Vattendrag som mottar det renade vattnet
Spillvatten	Allt vatten från fastighet
Svartvatten/klosettwater	Vatten från toalett
Tekniskt vatten	Renat avloppsvatten, spillvatten eller dagvatten som inte är av dricksvattenkvalitet
Vattenskyddsområde	Ett avgränsat geografiskt område som ska skyddas från föroreningar och skadlig påverkan

Innehållsförteckning

1	Introduktion	8
1.1	Bakgrund.....	8
1.1.1	Det svenska vatten- och avloppssystemet.....	9
1.1.2	Konventionella avloppssystem	9
1.2	Problematisering	10
1.3	Syfte och forskningsfråga	10
1.4	Avgränsningar	10
2	Tidigare forskning.....	11
2.1	Källsorterande avloppssystem	11
2.2	Implementering av källsorterande avlopp.....	12
2.2.1	Oceanhamnen	12
2.2.2	Norra Djurgårdsstaden	12
2.3	Miljömässiga aspekter	13
2.4	Acceptans och användarbeteende	14
2.5	Multi-level perspective (MLP)	15
3	Teori.....	17
3.1	Sociotekniska omställningar	17
3.2	Sociotekniska nischer	17
3.3	Sociotekniska regimer	18
3.4	Sociotekniska landskap.....	18
3.5	Samspel mellan nischer, regimer och landskap	19
3.6	MLP applicerat på VA-sektorn	19
4	Metod.....	20
4.1	Forskningsdesign	20
4.2	Insamling och bearbetning av empiriskt material.....	20
4.3	Urval	21
4.4	Analys av empiriskt material	22
4.5	Metodreflektioner och forskningsetiska överväganden.....	23
5	Resultat och analys	25
5.1	Nischer.....	25
5.1.1	Förankringsarbete	25
5.1.2	Kunskapsuppbyggnad.....	26
5.1.3	Teknik	27
5.2	Regim.....	30

5.2.1	Infrastruktur	30
5.2.2	Organisatoriska aspekter	31
5.2.3	Ekonomi	32
5.2.4	Politik & regleringar	34
5.2.5	Kunskapsläge	36
5.2.6	Användarperspektiv	37
5.3	Landskap	39
5.4	Samspel mellan nisch, regim och landskap	42
6	Diskussion	44
6.1	Slutsatser	44
6.2	Vidare forskning	44
6.3	Teoretiska implikationer och begränsningar med arbetet	45
7	Referenser	47
8	Bilagor	51
8.1	Bilaga A: Intervjuguide	51
8.2	Bilaga B: Kodningsschema	53

Tabellförteckning

Tabell 1. Respondenter och tillhörande organisation.	21
Tabell 2. Teman och associerade nivåer i MLP.....	23

1 Introduktion

1.1 Bakgrund

År 2022 levde 55 procent av världens befolkning i urbana miljöer och till år 2050 beräknas den andelen ha ökat till 70 procent (FN, 2023). Vidare står städer för konsumtionen av cirka 70 procent av världens resurser och orsakar följaktligen stora utsläpp av växthusgaser (Bibri & Krogstie, 2017). I takt med den ökade urbaniseringen har hållbara städer aktualiserats allt mer och framhålls inte sällan som ett sätt att främja hållbar stadsutveckling. Med utgångspunkt i definitionen av hållbar utveckling betraktar Haughton & Hunter (2003) en hållbar stad som en process som bidrar till hållbar utveckling snarare än som ett statiskt tillstånd. Följaktligen definieras en hållbar stad enligt följande:

”En hållbar stad är en stad där invånare och företag ständigt strävar efter att förbättra sina naturliga, byggda och kulturella miljöer på såväl lokal som regional nivå, samtidigt som deras tillvägagångssätt alltid stödjer målet om global hållbar utveckling”

(Haughton & Hunter, 2003, s. 26; författarnas översättning från engelska).

Vidare menar Neuman (2020) att städer kan betraktas som ekosystem bestående av infrastruktur vars flöden utgör våra ekonomier. Följaktligen är en förståelse för samspelet städer och infrastruktur emellan en förutsättning för framgångsrika hållbarhetsåtgärder, varför hållbara städer inte kan existera utan hållbar infrastruktur (Neuman, 2020).

Till följd av de utmaningar som den globala uppvärmningen och ökad urbanisering medför hamnar hållbarhet således i fokus inom framtidens stadsplanering. Detta gäller i synnerhet när bristen på hållbarhet i nuvarande stadsstrukturer utgör ett hinder (Bibri & Krogstie, 2017). Ytterligare är cirkulär ekonomi ett av de koncept som fått mer uppmärksamhet i denna debatt på senare år (Budde Christensen, 2021) och genom att implementera lokala, cirkulära lösningar kan utnyttjande av resurser som jordbrukskemikalier och energi reduceras (Haller et al., 2022).

Knivsta är en av de kommuner i Sverige som beräknas växa mest procentuellt under de närmaste fem åren (Statistiska centralbyrån, 2024). År 2029 uppskattas befolkningen ha ökat med 1 400 invånare jämfört med det officiella invånarantalet 2023, vilket motsvarar 7 procent (Statistiska centralbyrån, 2024). Enligt kommunens egna uppskattningar kommer invånarantalet år 2035 att vara 27 000, jämfört med 21 000 år 2024 (Knivsta kommun, 2024). Vidare har Knivsta kommun som mål att bli en föregångskommun för det hållbara samhället (Knivsta kommun, 2016) och arbetar aktivt med social, ekonomisk och ekologisk hållbarhet i enlighet med Agenda 2030 (Knivsta kommun, 2023). Således har Knivsta till följd av den framtida befolkningsökningen ett behov av att utveckla sin infrastruktur på ett sätt som överensstämmer med de globala hållbarhetsmålen. Ett av de system som är i behov av att utvecklas är vatten- och avloppssystemet.

1.1.1 Det svenska vatten- och avloppssystemet

Rent vatten och fungerande avloppssystem är grundläggande för både människors hälsa och ett välfungerande samhälle. I Sverige ansvarar kommunerna för att producera dricksvatten, distribuera det till hushåll och verksamheter samt rena det använda vattnet innan det återgår till naturens kretslopp. VA-systemet i Sverige omfattar cirka 1 700 vattenverk och 2 000 avloppsreningsverk som tillsammans hanterar ett genomsnitt på 160 liter dricksvatten per person och dygn (Svenskt vatten, 2014). Avloppsvattnet delas vanligtvis in i spillvatten och dagvatten, och leds i många tätorter i separata ledningsnät för att minska risken för kontaminering och förbättra reningseffektiviteten (MACRO, 2023). Reningen sker ofta i tre steg: mekanisk, biologisk och kemisk. Dessa processer avlägsnar partiklar, organiskt material och näringsämnen som kväve och fosfor - ämnen som i för stora mängder bidrar till övergödning av våra sjöar och hav (Soutukorva Swanberg & Nordzell, 2022). En biprodukt i denna process är slam, som ofta används till produktion av biogas eller som gödsel i jordbruket.

Den kommunala VA-verksamheten finansieras inte genom skatter, utan genom avgifter från fastighetsägare och brukare. Dessa avgifter, VA-taxan, bestäms av respektive kommun och regleras av självkostnadsprincipen, vilket innebär att intäkterna inte får överstiga de nödvändiga kostnaderna för att bedriva VA-verksamheten (de Fine Licht, 2023). Självkostnadsprincipen kompletteras även av principen om rättvisa och skälighet, vilket innebär att avgifterna ska fördelas på ett sätt som upplevs som rättvist inom VA-kollektivet. Detta är dock en mer tolkningsbar princip och har varit föremål för diskussion kring exempelvis hur avgifter påverkar olika hushåll och hur investeringar för framtida generationer ska finansieras.

1.1.2 Konventionella avloppssystem

Som tidigare nämnt sker den vanligaste reningsprocessen i svenska avloppsreningsverk i tre steg: mekanisk, biologisk och kemisk rening (Svenskt Vatten, 2014). Den mekaniska reningen sker först, där större partiklar och skräp som papper, och organiskt material avlägsnas genom galler och sedimentationsbassänger. Därefter används biologisk rening, där mikroorganismer bryter ner organiskt material och kväveföreningar under kontrollerade syrehalter. Slutligen tillsätts fällningskemikalier i den kemiska reningen, vilket gör att fosfor kan bindas och avskiljas från vattnet (Naturvårdsverket, 2018; Svenskt Vatten, 2014).

Syftet med dessa reningssteg är att minska utsläppen av föroreningar och växtnäringsämnen som kväve och fosfor, vilka annars kan bidra till övergödning i sjöar, vattendrag och hav. Sverige har idag en reningsgrad om cirka 95–97 % för fosfor medan reningsgraden för kväve är lägre och varierar mellan 40–80 % (Svenskt Vatten, 2014). Under behandlingen av avloppsvattnet bildas också avloppsslam som är rikt på organiskt material samt kväve och fosfor. Detta slam kan rötas för att producera biogas eller användas som gödsel i jordbruket, som återför viktiga näringsämnen till kretsloppet (Naturvårdsverket, 2018). Trots detta går fortfarande en del av växtnäringen förlorad i processen, vilket är en av anledningarna till att

intresset för källsorterande system växer eftersom resurser då kan tas tillvara i en mer koncentrerad form (MACRO, 2023).

1.2 Problematisering

VA-systemet är ett av de system som behöver utvecklas i Knivsta på grund av att befintliga reningsverk inte har tillräcklig kapacitet för framtida behov (Knivsta kommun, 2025). Enligt rådande beslut ska Knivstas ledningsnät anslutas till Käppalaförbundets avloppsreningsverk Käppalaverket på Lidingö i Stockholm (Knivsta kommun, 2025), men även lokala lösningar med källsorterande avloppssystem har diskuterats som ett sätt att möta den ökade efterfrågan i framtiden.

1.3 Syfte och forskningsfråga

Syftet med detta självständiga arbete är att undersöka och utvärdera genomförbarheten av att implementera källsorterande avloppssystem i delar av Knivsta kommun. Den forskningsfråga arbetet avser besvara är således:

Vilka hinder och möjligheter finns för att implementera källsorterande avloppssystem i Knivsta?

1.4 Avgränsningar

Den litteratur som analyseras i detta arbete är huvudsakligen vetenskapliga artiklar och studier samt myndighetsrapporter. Vidare undersöks genomförbarheten för källsorterande avloppssystem inte för befintliga stadsdelar i Knivsta utan enbart för nybyggnationer. Fastän källsorterande avloppssystem innebär flera olika tekniska lösningar har detta arbete fokuserat främst på ett tvårörssystem då detta framträtt som den typ av system som är av störst intresse för Knivsta kommun.

2 Tidigare forskning

Detta avsnitt ger insyn i tidigare forskning om olika tekniska lösningar för källsorterande avloppssystem. Vidare ges inblick i två tidigare fall där källsorterande avloppssystem antingen har implementerats eller planeras att införas. Utvärdering av tidigare implementeringar ligger till grund för undersökning av möjligheterna till en framtida implementering i Knivsta kommun. Avslutningsvis presenteras också tidigare forskning om miljömässiga aspekter och acceptans bland användare samt tidigare forskning som applicerat den valda teorin Multi-Level Perspective (MLP) för att analysera sociotekniska omställningar.

2.1 Källsorterande avloppssystem

Till skillnad från konventionella avloppssystem ska källsorterande avloppssystem möjliggöra en ökad cirkuläritet av de resurser som finns tillgängliga i avloppssystemet. Kriteriet för att ett avloppssystem ska räknas som källsorterande, och således också cirkulärt, är att avloppströmmarna ska separeras och behandlas olika beroende på deras kvalitet (Soutukorva Swanberg & Nordzell, 2022). Källsorterande avloppssystem ska bland annat öka möjligheten för utvinning av biogas, öka återvinning av växtnäring samt minska vattenförbrukningen. Det finns flera följder av denna resurshantering. Ökad potential för biogasutvinning är möjlig då rötningstekniken vid vakuumuppsamling av klosettvattnet är mer effektiv än reningsverkens metoder för hantering av slam. Till skillnad från källsorterande avloppssystem ligger dessutom röttningsprocessen i konventionella system sist i reningsprocessen, vilket gör att organiskt kol kan gå förlorat i tidigare reningssteg (Soutukorva Swanberg & Nordzell, 2022). Växtnäring kan lättare återinföras när klosettvattnet, som innehar det mesta av näringsämnen, separeras. Därtill blir vattenförbrukningen lägre med källsorterande avloppssystem då vakuumteknik, som är en väsentlig del av denna implementering, förbrukar mindre vatten (Soutukorva Swanberg & Nordzell, 2022).

Källsorterande avloppssystem kan utformas på flera olika sätt, där olika metoder används för att skilja de olika näringsämnena åt (Soutukorva Swanberg & Nordzell, 2022). Ett exempel på källsorterande avloppssystem presenteras av Reco Lab (2021) och är ett så kallat tre-rör-ut system som separerar avloppsvattnet redan inuti fastigheten. De tre rören möjliggör separation av gråvatten, svartvatten och matavfall och ska på så sätt underlätta återanvändning av avloppets resurser. En annan variant av källsorterande avloppssystem är ett två-rör-ut system (Soutukorva Swanberg & Nordzell, 2022). Systemet bygger på ett sorterande vatten- och avloppssystem där klosettvattnet och matavfall samlas gemensamt i vakuumledningar till en lokal biogasanläggning medan vatten från bad, dusch och toalett (BDT-vatten) hanteras separat. Klosett- och matavfallet sugas med vakuum från fastigheten till en pumpstation och vidare till biogasanläggningen där det omvandlas till biogas (Soutukorva Swanberg & Nordzell, 2022). Efter utvinningen av biogas återvinns näringsämnen, som fosfor och kväve, och läkemedelsrester renas bort i mikroföroreningsreningen. Vakuumtoaletterna minskar vattenanvändningen medan användningen av matavfallskvarnar innebär en viss ökad vattenförbrukning. BDT-vattnet behandlas separat för värmeåtervinning och avancerad rening, vilket möjliggör återanvändning som nyttjande av tekniskt vatten i industrin eller för bevattning av parker (Soutukorva Swanberg & Nordzell, 2022).

2.2 Implementering av källsorterande avlopp

Nedan presenteras två implementeringar av källsorterande avlopp som antingen har gjorts eller ska ske i framtiden på två olika platser i Sverige: i Oceanhamnen i Helsingborg och i Norra Djurgårdsstaden i Stockholm.

2.2.1 Oceanhamnen

Sedan 2006 har utbyggnaden av Oceanhamnen, som befinner sig på kustsidan av Helsingborgs stad, pågått (Schelbert et al., 2023). Denna bebyggelse ska gynna stadens tillväxt samtidigt som hållbar stadsutveckling ständigt ska stå i fokus (Kärman et al., 2017). För att utvecklingen av Oceanhamnen ska bli hållbar försöker man att finna synergier mellan olika teknikslag, varav en omfattar energi, vatten, avlopp och avfall (Kärman et al., 2017). Detta har resulterat i ett tre-rör-ut-system, vilket innebär en separat ledning för gråvatten, en separat ledning för svartvatten samt en separat ledning för matavfall (Soutukorva Swanberg, 2022). Dessa tre ledningar transporteras sedan till ett lokalt reningsverk, som drivs av företaget RecoLab, där olika näringsämnen återvinns och återbrukas (Schelbert et al., 2023). Byggnationen har präglats av mentaliteten "att lära genom att göra" eftersom denna implementering av tre-rör-ut-system i en nybyggd stadsdel är bland de första i världen (Schelbert et al., 2023). Dock skedde etableringen av liknande projekt i Nederländerna samt Tyskland samtidigt som byggnationen av Oceanhamnen, vilket resulterade i ett samarbete och delade erfarenheter av projektet under tidens gång (Schelbert et al., 2023).

Sedan 2020, då de första invånarna flyttade in i stadsdelen Oceanhamnen, har implementeringen av källsorterande avloppssystem utvärderats av Nordvästra Skånes Vatten och Avlopp AB (NSVA). Den senaste årsrapporten från 2025 presenterar tre-rör-ut-systemets i Oceanhamnens miljöpåverkan; 65% mer biogas har tre-rör-ut-systemet bidragit med jämfört med ett konventionellt avloppssystem. Vidare nämns att värmeåtervinningen samt återanvändningen av kväve och fosfor har ökat (NSVA, 2025). Implementeringen av ett tre-rör-ut-system i Oceanhamnen, i stark samverkan med RecoLab, har kommit att definieras som ett "lighthouse-projekt", vilket innebär att det ska agera som en testbädd och inspirera andra städer till liknande implementeringar (Schelbert et al., 2023). Det finns enligt Schelbert et al. (2023) fem utstickande faktorer som gjort Oceanhamnens tillämpning av tre-rör-ut-systemet lyckosamt. Dessa faktorer är starkt politiskt stöd, gott samarbete mellan olika aktörer, god information till användarna, samarbete och utbyte av erfarenhet mellan liknande projekt samt en gemensam vision mellan de olika intressenterna om en hållbar stadsutveckling.

2.2.2 Norra Djurgårdsstaden

Soutukorva Swanberg & Nordzell (2022) diskuterar resultaten av fallstudieområdet Norra Djurgårdsstaden som är ett hållbarhetsprofilerat område där vatten- och avloppssystemen är en stor del av visionen. För att göra systemet mer resurseffektivt vill man öka återvinningen av kväve och fosfor, öka återvinningen av spillvärme från avlopp och tillgängliggöra renat gråvatten för bevattnings (Soutukorva Swanberg & Nordzell, 2022). Studien avgränsar sig till området Loudden där 9 800 individer ingår och omfattar enbart nybyggnation. Analysen baseras även på ett förenklat samhälle där samma personer nyttjar och påverkar

dricksvattenkällor som tar emot renat avloppsvatten, vilket gör det möjligt att beräkna nyttor och kostnader (Soutukorva Swanberg & Nordzell, 2022). Det gör även resultatet mer generellt, lättare att tolka och tillämpbart på andra platser.

Ett av VA-systemen som undersöks är ett källsorterande avlopp med mikroföroreningsrening och näringsutvinning av fosfor och kväve (Soutukorva Swanberg & Nordzell, 2022). Systemet benämns som VA 3 och jämförs med det konventionella referensalternativet. Soutukorva Swanberg och Nordzell (2022) har genomfört en minimiuppskattning av nyttorna och en uppskattning av kostnader för de olika systemen. Resultatet av VA 3 beräknas varje år ge nytta upp till 10,4–10,7 miljoner kronor och investeringskostnader på 12,2 miljoner kronor (Soutukorva Swanberg & Nordzell, 2022). Beräkningarna inkluderar de poster som varit möjliga att monetarisera. VA 3 är alltså inte samhällsekonomiskt lönsamt men det har en nytto-/kostnadskvot på 0,85 och har potentialen att leda till miljönyttor med stor samhällsekonomisk betydelse. Dagens konventionella system är robust och funktionsdugligt men det är i linje med kraven som ställs från svenska staten idag; att rena avloppsvatten från kväve, fosfor och organiskt material. Författarna menar dock att framtidens reningskrav kommer att omfatta ytterligare material som kemikalier och striktare regelverk.

En viktig fördel med VA 3 är att klosettvattnet renas i större utsträckning eftersom det hanteras i en separat ledning (Soutukorva Swanberg & Nordzell, 2022). Detta minskar risken för spridning av antibiotikaresistenta bakterier och humanpatogener till miljön, vilket kan bidra till färre vattenburna sjukdomsutbrott. Systemet innebär även en betydande minskning av kväveförluster till atmosfären, från 49 procent i konventionella system till cirka 4 procent, vilket ökar möjligheten att återvinna kväve ur avloppsvattnet. Totalt kan upp till 82 procent av kvävet återvinnas genom ammoniumstripping och ytterligare 4,1 procent genom slam från rötningen av klosettatten och matavfall (Soutukorva Swanberg & Nordzell, 2022).

Sammantaget kan systemet bidra till att uppnå en betydande reduktion av klimatutsläpp, samtidigt som det möjliggör effektiv resursåtervinning och minskar miljöpåverkan från avloppsvatten. Den totala klimatvinsten estimeras till 36 kg per person och år vilket motsvarar 353 ton per år för hela fallstudieområdet. I samhällsekonomiskt värde uppskattas detta till 1,3 miljoner kronor (Soutukorva Swanberg & Nordzell, 2022).

2.3 Miljömässiga aspekter

Ur ett miljömässigt perspektiv skiljer sig källsorterande avloppssystem från konventionella system. Soutukorva Swanberg & Nordzell (2022) konstaterar ett flertal positiva konsekvenser med att implementera ett källsorterande avloppssystem. En av dem är minskade utsläpp till recipient med antagandet att 80 procent av vattnet återvinns och används som tekniskt vatten medan resterande går till recipient. Utsläppen av kväve och fosfor till vatten minskar avsevärt eftersom dessa ämnen tas tillvara och återanvänds som gödsel inom jordbruket (Soutukorva Swanberg & Nordzell, 2022). Systemet reducerar även utsläpp av skadliga bakterier, virus och parasiter genom att klosettatten först genomgår rötning och näringsutvinning, följt av avancerad rening med nanofiltrering och ozonering (Soutukorva Swanberg & Nordzell, 2022). Därmed är det slutliga vattnet som släpps ut betydligt renare från smittämnen än i

dagens system. Dessutom hindrar systemet läkemedelsrester och hormoner från att nå miljön. Efter näringsutvinningen behandlas kvarvarande restvatten med ozonering, en metod särskilt effektiv mot hormonrester från exempelvis p-piller (Soutukorva Swanberg & Nordzell, 2022).

En dubbel klimatnytta uppnås med källsorterande system genom minskade utsläpp av lustgas till atmosfären. Genom att endast rena BDT-vatten i reningsverket minskas avgången av kväve i form av lustgas betydligt jämfört med konventionella system (Soutukorva Swanberg & Nordzell, 2022). Denna minskning möjliggör återföring av större mängder kväve till åkermarken, vilket är avgörande för systemets positiva klimatpåverkan.

Vidare presenterar Gullberg och Eriksson (2025) en studie om miljöpåverkan från lokala, cirkulära och självförsörjande system som visar resultat från fem olika kategorier: global uppvärmning, övergödning av sötvatten, övergödning av marina, exploatering av mineraltillgångar och markanvändning. Författarna jämförde tre olika system: konventionella (referenssystemet), hybridsystem och helt självförsörjande system i Knivsta kommun. Studien använde *livscykelanalys* (LCA) för att kalkylera resultaten. Gullberg och Eriksson (2025) fann att inom global uppvärmning hade det lokala hybridsystemet en liknande effekt som det konventionella referenssystemet, medan det självförsörjande systemet uppvisade en ökad påverkan främst på grund av högre krav på elförsörjning. Inom övergödning av sötvatten visade lokala system högre miljöpåverkan, till stor del på grund av ökade utsläpp av icke-borttagna näringsämnen och organiskt material under rening av avloppsvatten. Å andra sidan visade sig att lokala system presterade bättre gällande övergödning av marina. I kategorin markanvändning visade även de lokala systemen sig mer återhållsamma. Studien visade att lokala avloppssystem inte minskade användningen av mineraler mer än vanliga system. Viktiga orsaker till mineralförbrukning var produktionen av solceller, batterier, värmepumpar och material för grävattenrening.

Studien identifierade flera områden för potentiell förbättring av lokala avloppsvattensystem (Gullberg & Eriksson, 2025). Att optimera design och val av material, förbättra reningsprocesser och bättre planering för placering av infrastruktur skulle kunna minska dess miljöpåverkan. Även om självförsörjande system kanske inte visar omedelbara miljöfördelar, kan de vara en del av en långsiktig strategi som syftar till hållbarhet. När tekniken förbättras och samhällets behov utvecklas, kan dessa system bli mer effektiva för att hantera resurser och minska effekterna över tid (Gullberg & Eriksson, 2025). Lokala system kan även öka samhällets motståndskraft genom att minska beroendet av externa resurser vilket kan vara särskilt fördelaktigt i kristider, exempelvis vid naturkatastrofer eller avbrott i leveranskedjan.

2.4 Acceptans och användarbeteende

Vid implementering av ett nytt avloppssystem, exempelvis tre-rör-ut-systemet, är det viktigt att alla aktörer (VA-bolag, avfallsbolag och energibolag) samarbetar och det bör ske tidigt i planeringsfasen och även ut i driftskedet (Kvarnström, Lennartsson & Widén, 2023).

Eftersom tekniken är relativt ny kan det finnas en osäkerhet bland aktörerna och i vissa fall även en form av teknikinlåsning på grund av att det i dagsläget finns relativt få leverantörer

för exempelvis vakuumenteknik. Bristande tillgång till reservdelar och kompetens kan också utgöra en problematik.

Genom god och kontinuerlig kommunikation med de boende kan man få acceptans för de nya systemen (Kvarnström, Lennartsson & Widén, 2023). För att optimera kommunikationen bör det finnas kompetens hos fastighetsägare om fastighetsdelen av systemet och dessutom ska det vara tydligt för de boende var de kan vända sig till vid funderingar. Studien av Gullberg, Samuelsson & Brandt (2023) om acceptans i Knivsta kommun gällande cirkulära modeller för vattenhantering visade över lag en positiv attityd. I studien skickades frågeformulär ut till 1001 slumpmässigt valda boende i kommunen varav 143 svarade. Av dessa visade sig att 81,4 procent hade en positiv attityd till att använda återvunnet vatten i allmänhet, men nivån på stödet varierade beroende på avsedd användning av det återvunna vattnet. Ju närmare den avsedda användningen var personligt användande, desto mindre villiga visade respondenterna vara, där 41,7 procent var positiva till att dricka återvunnet vatten. Åtta variabler för associationer med villighet att använda återvunnet vatten generellt och för dricksändamål analyserades: upplevda fördelar, upplevda risker, förtroende för myndigheter, personliga erfarenheter, experternas ansvar, myndigheternas ansvar, bekymmer och upplevd kostnadsnytta (Gullberg, Samuelsson & Brandt, 2023). Författarna fann att de upplevda fördelarna generellt var den viktigaste faktorn och att uppfattningen om risker tenderade att bli mer relevant i takt med att användningen av återvunnet vatten blev mer personlig. Det poängteras att användarna idag har lite till ingen kunskap om vattenrening och vattenanvändning och litar helt på myndigheterna att ta hand om dessa frågor (Gullberg, Samuelsson & Brandt, 2023).

2.5 Multi-level perspective (MLP)

Flera studier har tidigare använt sig av det valda teoretiska ramverket Multi-Level Perspective (MLP) för att analysera omställningar mot en mer hållbar utveckling. Jayaraj, Klarin & Ananthram (2024) analyserar, med hjälp av MLP, de faktorer som påverkar implementering av lagring av solenergi. Genom att undersöka vilka effekter en implementering av lagring av solenergi har på de tre ingående nivåerna i ramverket: nisch, regim och landskap kan övergången analyseras ur ett sociotekniskt perspektiv. Vidare möjliggör en analys med hjälp av MLP utvärdering av vilka faktorer och aktörer som påverkar och påverkas av en specifik implementation för hållbar utveckling. Jayaraj, Klarin & Ananthram (2024) belyser att den främsta anledningen till att använda sig av MLP är att ramverket tar hänsyn till aktörernas multidimensionalitet i deras betydelse vid en övergång till följd av en implementering. Efter att Jayaraj, Klarin & Ananthram (2024) utfört intervjuer med relevanta aktörer gjordes en analys med hjälp av ramverket MLP för att undersöka de faktorer som är involverade vid implementeringen av solenergilagring i elnätet. På nischnivå hittades flera faktorer som påverkar implementeringen av solenergilagring. De handlade främst om avsaknad av kunskap och erfarenhet till följd av batteriernas och solenergilagringssystemens tekniska komplexitet (Jayaraj, Klarin & Ananthram, 2024). Dessutom togs en krävande installationsprocess och en hög initialkostnad med osäker avkastning upp som hinder för spridningen av solenergilagring. På regimnivå anser Jayaraj, Klarin & Ananthram (2024) att samarbete mellan aktörer – som exempelvis myndigheter, företag för installation och service samt kunder – var en direkt

avgörande faktor för en lyckad spridning av solenergilagringsystem. Vidare menar Jayaraj, Klarin & Ananthram (2024) att för att sprida kunskap och således öka medvetenheten i samhället har organisationer som energiföretag, teknikleverantörer och utbildningsinstitutioner en betydande roll. Hit tillhör även sociala normer och samhällets inställning till den nya teknologin. För den sista nivån, landskapsnivån, handlar flertalet av faktorerna som kan bromsa spridningen av denna teknologi om tvetydigheter inom nuvarande regelverk (Jayaraj, Klarin & Ananthram, 2024). Ett specifikt exempel på detta är avsaknad av tillräckliga subventioner för teknologin. Jayaraj, Klarin & Ananthram (2024) nämner också samhällelig och politisk vilja som faktorer som påverkar spridningen av solenergilagringsen. Jayaraj, Klarin & Ananthram (2024) identifierar slutligen kostnaden, det vill säga de höga initiala kostnaderna med osäker avkastning, som den främsta bromsande faktorn för spridningen av solenergilagringsystem. Samtidigt belyser författarna vikten av ett holistisk tillvägagångssätt och en vilja att bidra till en hållbar utveckling som de viktigaste faktorerna för en lyckosam implementering.

Ytterligare undersöker Berkeley et al. (2017) med hjälp av MLP övergången till batteridrivna fordon i Europa, vilket likt detta arbete handlar om omställningar mot en hållbar stadsutveckling. Däremot använder sig Berkeley et al. (2017) inte av intervjuer utan gör en litteraturstudie med analys av tidigare rapporter och data. Vidare analyseras vilka hinder och möjligheter samt de komplexa dynamiker som påverkar en implementering av batteridrivna fordon. Berkeley et al. (2017) menar att batteridrivna fordon inte har för avsikt att skapa en ny marknad, utan har som mål att etablera sig på den nuvarande marknaden. Detta innebär att det vid övergången kommer att vara olika faktorer från de olika nivåerna i MLP som verkar eller motverkar etableringen. Berkeley et al. (2017) framhåller att det på nischnivå främst är pilotprojekt och innovationsaktörer som driver övergången. På regimnivå identifieras flera socio-ekonomisk-tekniska barriärer som kan verka mot en förändring. Berkeley et al. (2017) tar upp bilindustrin, policyer samt nuvarande infrastruktur som exempel på detta. På landskapsnivå identifieras främst tre möjligheter för regeringen i landet att förändra attityden inom industrin, konsumenter och samhället i sin helhet (Berkeley et al., 2017). Dessa tre faktorer är hög energisäkerhet, klimatförändringar samt ekonomiska incitament. Vidare betonar Berkeley et al. (2017) att det varken är en enkel eller linjär process att introducera nya nisch-innovationer som stör en redan etablerad regim vilket resulterar i att det uppstår komplexa socio-ekonomiska-tekniska kulturella samt psykologiska problem på regimnivå som verkar mot etableringen. Författarna presenterar de olika nivåerna i MLP som antingen mestadels drivande faktorer respektive hindrande faktorer. Slutligen fastslår Berkeley et al. (2017) att för att batteridrivna fordon ska kunna bryta sig loss från sin nischposition krävs en insats mot de barriärer som presenteras på regimnivå samt ett mer holistiskt perspektiv.

Den främsta kritiken som framförts mot MLP är ramverkets underskattning av aktörernas makt vid förändring (Geels, 2011). Vidare anses det att MLP fokuserar för mycket på att beskriva och förklara strukturer, vilket gör att aktörers roll och den politiska dynamiken vid förändringar förbises av ramverket. Geels (2011) hävdar emellertid att MLP visst tar hänsyn till aktörernas makt, men att det inte alltid framställs så tydligt. Geels (2011) medger att ramverket har utrymme för utveckling genom samspel med andra teoretiska perspektiv.

3 Teori

I detta avsnitt beskrivs det teoretiska ramverket Multi-Level Perspective (MLP) för sociotekniska omställningar, som valts för att analysera den insamlade empirin, mer ingående. MLP syftar till att skapa insikter om relationen mellan såväl befintlig och framväxande teknologi som det befintliga och framväxande innovationssystemet (Hekkert et al., 2007). Vidare fokuserar teorin på skiften i system vilka tillhandahåller sociala funktioner för slutanvändare (Geels, 2019) som exempelvis energi, transport, eller VA-system. Sociotekniska omställningar betraktas inom perspektivet som icke-linjära och teorin syftar till att konceptualisera de dynamiska mönster som dessa skiften består av (Geels, 2011). Detta görs genom att dela in systemet i tre analytiska nivåer: sociotekniska nischer, sociotekniska regimer och det sociotekniska landskapet.

3.1 Sociotekniska omställningar

För att tackla de utmaningar som klimatförändringarna medför behöver system som exempelvis energi och transport genomgå djupgående strukturella förändringar vilka ofta kallas för sociotekniska omställningar eftersom de inkluderar övergripande förändringar i konfigurationen av dessa system (Geels, 2011). Dessa system består av element som teknologi, marknader, policyer, infrastruktur och användarbeteenden. Aktörer som politiker, kommuner och användare både upprätthåller och ombildar ständigt dessa element, varför sociotekniska omställningar bör betraktas som komplexa, icke-linjära och långsiktiga processer (Geels, 2011). Forskning om sociotekniska omställningar växte fram ur innovationstudier under tidigt 2000-tal och har tillämpats på såväl pågående som framtida hållbarhetsskiften som exempelvis förnybar elektricitet, elfordon och växtbaserad mjölk (Berkeley et al., 2017; Geels, 2019; Jayaraj, Klarin & Ananthram, 2024). Inom fältet utgör MLP ett av de mest fundamentala ramverken för analys av såväl gröna teknologier som sociala innovationer och har även applicerats på alternativa matnätverk, initiativ för att minska köttkonsumtion och delningstjänster för cyklar (Geels, 2019).

3.2 Sociotekniska nischer

Sociotekniska nischer definieras inom MLP som ”skyddade områden” som F&U laboratorier, demonstrationsprojekt eller små marknadsnicher inom vilka särskilda preferenser gör att användarna är villiga att stötta framväxande innovationer (Geels, 2011). I dessa skyddade utrymmen kan etablerade strukturers vägberoende brytas och nya innovationer utvecklas (Smith, Voß & Grin, 2010). De aktörer som är verksamma i nischen arbetar med innovationer som skiljer sig från den rådande regimen med förhoppningen om att innovationen så småningom ska användas i, eller till och med ersätta, den existerande regimen (Geels, 2011). Sådana aktörer kan exempelvis vara entreprenörer och start-ups. För att överleva har dessa historiskt sett behövt övervinna regimernas begränsningar och expandera vilket många innovationer misslyckas med (Smith, Voß & Grin, 2010). Även Geels (2011) betonar att det är svårt för nischaktörer att etablera sig i regimen på grund av inlåsningseffekter och eftersom den framväxande innovationen kan krocka med regimelement som infrastruktur, regleringar och användarpraxis. På så sätt konkurrerar nischerna med de befintliga regimerna, och om de

förväntningar som nischaktörerna motiveras av överensstämmelse med regimen förväntningar, finns det möjlighet för nischen att ersätta regimen (Smith, Voß & Grin, 2010). Därigenom både begränsas och möjliggörs nischernas potential av regimen strukturer. Likväl är nischer essentiella för sociotekniska omställningar eftersom de ofta utgör det första steget för en systemförändring (Geels, 2011).

3.3 Sociotekniska regimer

Den sociotekniska regimen utgör den djupgående struktur som stabiliserar det befintliga sociotekniska systemet (Geels, 2011). Geels (2011) menar att regimen är primär i förhållande till de två andra nivåerna i MLP eftersom en socioteknisk omställning definieras som ett skifte från en regim till en annan. Regimen utgörs av de regler som samordnar och vägleder aktiviteter hos de aktörer som upprätthåller och omdefinierar de element av vilka det sociotekniska systemet består. Dessa regimregler fyller dubbla funktioner; å ena sidan agerar aktörerna utifrån reglerna och å andra sidan formar reglerna aktörerna. Således är reglerna såväl medel för som resultat av aktörernas handlingar (Geels, 2011). Delade föreställningar, kompetenser, användarbeteenden, regleringar och avtal är några exempel på vad som kan utgöra regimregler.

Förändringar i regimen kännetecknas generellt av vägberoende och sker inkrementellt (Smith, Voß & Grin, 2010) för att sedan anta en stabil riktning (Geels, 2011). Dessa utvecklingsriktningar är inte enbart tekniska, utan har också politiska, kulturella, vetenskapliga, marknadsmässiga och industriella dimensioner (Geels, 2011). Fastän var och en av dessa aspekter kännetecknas av en egen dynamik är de också ömsesidigt beroende av varandra, varför anpassningen olika dimensioner emellan både kan stabilisera och ge upphov till spänningar i den rådande sociotekniska regimen (Geels, 2011). Ytterligare kan förändringar i etablerade regimer ske som svar på förändringar i landskapet, bero på att framväxande nischer tar över eller orsakas av samspel med andra regimer (Smith, Voß & Grin, 2010).

3.4 Sociotekniska landskap

I MLP utgör det sociotekniska landskapet den större kontext i vilken såväl regimer som nischer existerar (Geels, 2011). Varken regimer eller nischer kan på kort sikt påverka landskapet som består av makroekonomiska mönster, demografiska trender, politiska ideologier och sociala värden. Däremot påverkar landskapet både regimer och nischer, men förändras vanligtvis långsamt. Vidare betonar Smith, Voß och Grin (2010) att förändringar i det sociotekniska landskapet både kan förstärka och försvaga existerande regimer. På senare år har regimer i allt större utsträckning pressats av nya krav på hållbarhet och således har den ökade miljömedvetenheten på landskapsnivå lett till att regimer destabiliserats och möjligheter för nischer att etablera sig skapats (Smith, Voß & Grin, 2010).

3.5 Samspel mellan nischer, regimer och landskap

Sociotekniska omställningar betraktas inom MLP som icke-linjära processer i vilka de tre olika nivåerna ständigt samspelar med varandra (Geels, 2011). Typiskt för dynamiken de olika nivåerna emellan är att momentum skapas av innovationer i nischer medan förändringar på landskapsnivå sätter press på regimen. När regimen så småningom försvagas skapas möjligheter för nisch-innovationer att sprida sig. MLP ser emellertid inte sociotekniska omställningar som kausala utan som processer som sker i flera dimensioner och påverkar varandra. Genom att analysera nätverksdynamik, lärandeprocesser och spänningar mellan nisch-innovationer och existerande regimer kan MLP belysa såväl möjligheter som brister med gröna innovationer (Geels, 2011).

3.6 MLP applicerat på VA-sektorn

I detta arbete utgörs nisch-innovationen av de olika sorters källsorterande avlopp som implementerats eller håller på att implementeras i Oceanhamnen i Helsingborg, Visborg på Gotland och Norra Djurgårdsstaden i Stockholm. I synnerhet projektet i Oceanhamnen karaktäriseras av många av de egenskaper som Geels (2011) identifierar som typiska för sociotekniska nischer; det är ett demonstrationsprojekt där källsorterande avlopp implementerats i begränsad skala i en del av Helsingborg. Där har innovationen kunnat växa fram i en skyddad miljö och börjat användas i den befintliga regimen. Även projekten i Visborg på Gotland och Norra Djurgårdsstaden i Stockholm där man planerar att implementera källsorterande VA-system framträder som framväxande nischer. Vidare utgörs den sociotekniska regimen av det för närvarande dominerande systemet – i denna kontext det konventionella svenska VA-systemet som beskrivits i tidigare avsnitt. I enlighet med MLP (Geels, 2011) utgörs regimen inte enbart av tekniken i det konventionella VA-systemet utan också av de normer, regleringar, kompetenser och användarbeteenden som upprätthåller det. Således är exempelvis politiska och sociala aspekter också centrala delar av regimen. Slutligen består det sociotekniska landskapet av långsiktiga samhällsförändringar som varken nischer eller regimer kan påverka (Geels, 2011). De delar av det sociotekniska landskapet som är synnerligen relevanta i detta arbete är klimatförändringar, urbanisering och befolkningstillväxt, globala hållbarhetsmål som Agenda 2030 och ökad miljömedvetenhet i samhället.

4 Metod

Detta avsnitt presenterar de metoder som använts för att besvara det självständiga arbetets forskningsfråga. Vidare beskrivs och motiveras metodval och urval samt insamling, bearbetning och analys av empiriskt material. Avslutningsvis diskuteras också etiska aspekter av arbetet och såväl styrkor som brister med den valda metoden belyses.

4.1 Forskningsdesign

Detta arbete utformades som en kvalitativ fallstudie; data insamlades under april och maj månad 2025 för att på ett detaljerat sätt kunna undersöka ett fenomen i en specifik kontext (Hartley, 2004). Arbetet konstruerades som en fallstudie av Knivsta kommun för att undersöka förutsättningarna för implementering av en ny typ VA-system ur olika perspektiv. Följaktligen undersöks fenomenet i en fallstudie inte isolerat från sin kontext utan är relevant just på grund av de beteenden och processer som både influeras av och influerar kontexten (Hartley, 2004). Således syftar fallstudien till att analysera det sammanhang och de processer som belyser de teoretiska frågor som undersöks. Den huvudsakliga empirin i detta arbete utgörs av nedan beskrivna intervjuer. Även sekundärdata i form av kommunrapporter, offerter och tidigare utredningar om liknande system i andra delar av Sverige och användes för att besvara forskningsfrågan.

4.2 Insamling och bearbetning av empiriskt material

En forskningsfråga som preciserade vad som skulle undersökas och vilken typ av data som var av intresse att samla in formulerades först. Genom intervjuer insamlades sedan data som analyserades parallellt med att ytterligare intervjuer ägde rum. Således skedde insamling och analys av data iterativt vilket innebar att intervjufrågorna kunde anpassas efter de förståelser som uppkommit i gränslandet mellan teori och empiri (Eisenhardt, 2021).

I arbetet utfördes nio semistrukturerade intervjuer som spelades in och därefter transkriberades. Intervjuer lämpar sig väl för att beskriva respondenters erfarenheter av och förhållningssätt till ett särskilt fenomen (Blomkvist & Hallin, 2014). Därtill syftar intervjuer till att tillhandahålla ett brett och nyanserat underlag för arbetets analys (Ahrne & Svensson, 2022a). Semistrukturerade intervjuer valdes eftersom de kännetecknas av en viss struktur samtidigt som de till viss del är anpassningsbara (Blomkvist & Hallin, 2014). En intervjuguide som specificerade fokusområden utformades för att se till att väsentliga teman täcktes under intervjuerna (se Bilaga A). Eftersom respondenterna besatt kunskap om väldigt olika områden användes intervjuguiden dock mer som ett stöd och följdfrågor ställdes utifrån vad respondenten hade kunskap om och betonade under samtalets gång. I synnerhet i intervjun med respondent 9 frångicks intervjuguiden eftersom den intervjun, till skillnad från övriga, syftade till att fånga användarperspektivet och inte kommunens/andra organisationers perspektiv. Som nämnt ovan justerades också intervjufrågorna efter de insikter som fåtts i tidigare intervjuer.

Samtliga respondenter gav sitt samtycke till att intervjuerna spelades in och användes i detta arbete. Intervjuerna varade mellan 40–60 minuter och utfördes såväl fysiskt som via digitala

mötesverktyg under april och maj månad 2025. När vidare förtydliganden behövdes skedde kommunikationen med respondenterna via mejl.

4.3 Urval

Urvalet av respondenter gjordes för att representera olika perspektiv och erfarenheter kopplade till källsorterande avlopp; från förutsättningar och tidigare utredningar i Knivsta till praktisk implementering och användarerfarenheter i andra delar av Sverige. För att skapa en bild av den befintliga infrastrukturen i Knivsta intervjuades två anställda på kommunen. På så sätt belystes vilka förutsättningar som finns i kommunen idag och hur de uppfattar källsorterande avlopp som alternativ till konventionella lösningar. Vidare intervjuades respondenter från Uppsala Vatten och Roslagsvatten eftersom dessa också varit delaktiga i tidigare utredningar om implementering av källsorterande avlopp. Ytterligare intervjuades respondenter som är eller har varit delaktiga i utredningar om implementering av olika typer av källsorterande avlopp i andra delar av Sverige (Norra Djurgårdsstaden i Stockholm och Visborg på Gotland). Intervjuerna med dessa respondenter syftade till att undersöka vilka aspekter som verkat drivande respektive hindrande i dessa processer. Därtill intervjuades två respondenter som varit delaktiga vid implementeringen av källsorterande avlopp i bostadsområdet Oceanhamnen i Helsingborg. Dessa respondenter valdes ut för att ge insikter om vilka faktorer som varit viktiga för en framgångsrik implementering av källsorterande avlopp eftersom projektet i Helsingborg i dagsläget är det enda av sitt slag i Sverige. Intervjuerna med dessa respondenter syftade också till att ge information om vilka möjligheter och hinder som kan förväntas i implementeringsprocessen. Slutligen intervjuades en boende i området Oceanhamnen i Helsingborg där källsorterande avlopp i form av ett trerörssystem implementerats. Denna respondent valdes ut för att belysa eventuella utmaningar och möjligheter Knivsta kan förvänta sig ur ett användarperspektiv vid en eventuell framtida implementering av källsorterande avlopp. Tabell 1 visar de respondenter som medverkat i arbetet.

Tabell 1. Respondenter och tillhörande organisation.

Respondent	Organisation
Respondent 1	Knivsta kommun
Respondent 2	Knivsta kommun
Respondent 3	Uppsala Vatten
Respondent 4	Roslagsvatten
Respondent 5	Stockholms stad
Respondent 6	Region Gotland

Respondent 7	Nordvästra Skånes Vatten och Avlopp AB (NSVA)
Respondent 8	Nordvästra Skånes Vatten och Avlopp AB (NSVA)
Respondent 9	Boende i området Oceanhamnen i Helsingborg (slutanvändare)

Respondent 1 är anställd på Knivsta kommun och har varit engagerad i frågan om källsorterande avlopp i kommunen.

Respondent 2 är anställd på Knivsta kommun och var delaktig i processen när olika lösningar för VA-system utreddes.

Respondent 3 är anställd som utredningsingenjör på Uppsala Vatten.

Respondent 4 är ingenjör och anställd på Roslagsvatten.

Respondent 5 är anställd som hållbarhetssakkunring i Stockholms stad och har varit delaktig i arbetet kring att införa källsorterande avlopp i Norra Djurgårdsstaden.

Respondent 6 är anställd som VA-utvecklare på Region Gotland och har varit delaktig i arbetet kring att implementera källsorterande avlopp i Visborg.

Respondent 7 och *8* är utvecklingsingenjörer anställda på Nordvästra Skånes Vatten och Avlopp AB (NSVA) och arbetar delvis med källsorterande avlopp i Oceanhamnen i Helsingborg.

Respondent 9 är en boende i området Oceanhamnen i Helsingborg där källsorterande avlopp i form av ett trerörssystem implementerats.

4.4 Analys av empiriskt material

För att analysera det empiriska materialet användes tematisk analys vilken syftar till att analysera och tolka mönster och teman i kvalitativa data (Clarke & Braun, 2016). Detta tillvägagångssätt användes eftersom tematisk analys är ett systematiskt förhållningssätt för att fånga de aspekter i empirin som är relevanta för forskningsfrågan (Clarke & Braun, 2016). Viktigt att betona är emellertid att forskningsfrågan vid i tematisk analys inte är fixerad utan tvärtom kan utvecklas vid kodning och utformande av teman utifrån empirin (Clarke & Braun, 2016), vilket var fallet i denna studie.

För att besvara arbetets forskningsfråga tillämpades en abduktiv ansats. Således kombinerades deduktiv analys, där slutsatser om det enskilda fallet dras utifrån befintlig teori, med induktiv analys, där slutsatser induceras från den insamlade empirin (Rennstam & Wästerfors, 2022). Den induktiva delen av arbetet utgjordes av att de transkriberade intervjuerna lästes igenom och kodades induktivt för att hitta återkommande mönster. Efter att koderna breddats till teman i enlighet med tematisk analys (Clarke & Braun, 2016) antogs ett mer deduktivt förhållningssätt där varje tema associerades med en av de tre nivåerna i det teoretiska ramverket MLP. Kodningsschemat i Bilaga B visar hur kodningen och tematiseringen utfördes för ett antal illustrativa citat från de olika respondenterna. Vidare åskådliggör Tabell

2 vilka övergripande teman som identifierades och till vilken nivå i det teoretiska ramverket MLP respektive tema associerades. Kombinationen av induktiv och deduktiv ansats möjliggjorde en öppen tolkning av empirin med förankring i etablerad teori. Genom att koppla de teman som identifierats till den valda teorin kunde arbetet identifiera i vilken av de respektive MLP-nivåerna som hinder respektive möjligheter fanns. På så sätt besvarades forskningsfrågan genom att den valda teorin användes för att analysera den insamlade empirin.

Tabell 2. Teman och associerade nivåer i MLP.

Tema	Associerad MLP-nivå
Förankringsarbete; kunskapsuppbyggnad; teknik	Nisch
Infrastruktur; organisatoriska aspekter; ekonomi; politik & regleringar; kunskapsläge; användarperspektiv	Regim
Geopolitisk säkerhet; klimatförändringar; befolkningstillväxt; attitydförändring; makroekonomi	Landskap

4.5 Metodreflektioner och forskningsetiska överväganden

Ahrne och Svensson (2022b) understryker att trovärdighet är av extra vikt inom kvalitativ forskning och att ett sätt att göra en studie trovärdig är att tydligt redogöra för såväl forskningsprocess som metodval vilket gjorts tidigare i detta avsnitt. Ytterligare utgör en detaljerad beskrivning av en studies genomförande en förutsättning för bedömning av rimligheten i dragna slutsatser (Rennstam och Wästerfors, 2022). Detta eftersom andra forskare då ges möjlighet att upprepa samma tillvägagångssätt och kan kontrollera om de når liknande slutsatser. Tillförlitlighet kan definieras som utsträckningen till vilken liknande resultat erhålls när en studie upprepas under liknande förhållanden (Bannigan & Watson, 2009). Således har detta arbete avsett förankra tolkningar och slutsatser i rättvisande och objektiva data för att säkerställa tillförlitligheten. För att undvika att personliga åsikter påverkar tolkningen och analysen av resultatet har ett objektiva och opartiska förhållningssätt applicerats under de intervjuer som genomförts. Metodvalet av semistrukturerade intervjuer medför emellertid vissa risker vad gäller både subjektivitet och pålitlighet. Eftersom de intervjuer som genomförts inte kompletterats med observationer har arbetet inte kunnat verifiera att de uttalanden som gjorts i intervjuerna har bäring i respondenternas handlingar (Eriksson-Zetterquist och Ahrne, 2022). Vidare är en risk med intervjuer att forskaren tolkar vad respondenten säger på ett visst sätt fastän utsagan kan ha flera betydelser (Eriksson-Zetterquist och Ahrne, 2022). När intervju svar tolkats finns således en risk att personliga åsikter och förutfattade meningar införlivats. Ytterligare kan de följdfrågor som ställts till

respondenterna ha uppfattats som ledande. Eftersom intervjuer kan betraktas som en identitetsskapande plats kan respondenters svar, trots ärliga avsikter, också färgas av hur de vill framställa sig själva (Eriksson-Zetterquist och Ahrne, 2022).

För att värna om forskningsetiska principer har principen om informerat samtycke använts. De personer som intervjuats har således delgivits information om vad den innebär och har utifrån detta kunnat ta ställning till huruvida de vill medverka eller inte (Ahrne och Svensson, 2022b). Ytterligare har konfidentialitet tillämpats; de uppgifter som i forskningsändamål förvärvats om personer som deltagit i arbetet har presenterats på ett sätt som gör att enskilda individer inte kan identifieras av utomstående (Ahrne och Svensson, 2022b). Slutligen har också nyttjandekravet efterföljts då inga av de personuppgifter som anskaffats i forskningssyfte har använts vare sig i reklam eller på ett sätt som direkt kan tänkas påverka de enskilda individer de handlar om (Ahrne och Svensson, 2022b).

5 Resultat och analys

I detta avsnitt presenteras detta arbetes empiriska material i form av sammanställd information från intervjuerna. Avsnittet har i enlighet med den valda teorin indelats i nischer, regim och landskap.

5.1 Nischer

Som tidigare nämnt har projektet med källsorterande avlopp i Oceanhamnen i Helsingborg utmärkt sig som den mest framträdande nischen eftersom det är den enda platsen i Sverige där källsorterande avlopp implementerats. Därigenom har den nischen kommit längst i processen att etablera sig i den sociotekniska regimen. Således blir respondent 7 och 8 synnerligen viktiga för att beskriva den sociotekniska nischen i denna kontext. Även respondent 5 och 6 kan bidra till förståelse eftersom de är aktiva i nischer där man planerar att implementera källsorterande avlopp i framtiden men ännu inte har gjort det.

5.1.1 Förankringsarbete

Respondent 8 berättar att det från Helsingborgs kommuns håll fanns höga hållbarhetsambitioner när stadsdelen Oceanhamnen skulle exploateras. Hen berättar att kommunen gjorde en kraftansamling för att realisera en miljöprofil som tidigare varit ”våldigt luddig så med mycket fina ord och så, men den är ju inget konkret”. I projektet för att realisera denna miljöprofil koordinerade kommunen energibolag, avfallsbolag och VA-bolag och såg till att samtliga av dessa avsatte tid och deltog i projektet. Respondenten beskriver också att det fanns en vilja hos kommunen att ”göra något nytt och spännande” och framhåller kommunens innovationsvilja som viktig för att implementeringen blev framgångsrik. Även respondent 7 säger att Helsingborgs kommun ofta har en hög innovationshöjd i sina projekt och att arbetet präglas av ett långsiktigt förhållningssätt, inte sällan med en horisont på 30–40 år. Vidare menar respondent 8 att det fanns en gemensam uppfattning om Oceanhamnen som ett ”prestigeområde” när det skulle exploateras. Respondent 8 beskriver förankringsarbetet, och i synnerhet de studieresor som gjordes, som avgörande för att implementeringen av källsorterande avlopp lyckades i Oceanhamnen.

”Det man också gjorde i den förankringsgruppen som jag tror var jätteviktigt var att man åkte på studieresor. För då fanns det källsorterande system i Nederländerna i väldigt liten skala. Men då åkte man dit och så åkte man då folk från kommunen och de här representanterna från de olika bolagen. Dels åkte man ner och kunde se att det finns ändå någonting som kanske går att bygga, det finns leverantörer och det verkar funka hyfsat bra. Men kanske ännu viktigare är också att man satt i en minibuss tillsammans på rad och sådant är superviktigt. Så jag tror hela det förankringsarbetet som vi gjorde 2011–2012 i det som hette EVA-projektet kallade kommunen det, det tror jag var en jätteviktig nyckelfaktor till att det faktiskt blev av sen. För att då var det så väl förankrat hos energibolaget, hos VA-bolaget, hos kommunen. Och det fanns en stark förankring att vi gör detta.” (Respondent 8)

Dessutom framhåller respondenten att det var viktigt att det fanns en anläggning i Nederländerna som fungerade.

”Jag tror den avgörande faktorn där var att det sen då finns det någonstans vi kan åka och kolla på det här där det funkar på riktigt. För det är en sak med en trevlig konsultrapport som säger att det är bäst, ja ja, men hur funkar det på riktigt?” (Respondent 8)

Vidare berättar respondent 8 att Oceanhamnsprojektet tagit mycket inspiration från befintliga källsorterande system i delar av Oslo. Likaså säger respondent 6 att det i utredningsskedet för källsorterande avlopp i Visborg på Gotland gjorts studiebesök i både Hamburg och Helsingborg. Hen framhåller transparensen och viljan att dela med sig av kunskap som finns i projektet i Helsingborg som mycket värdefullt för andra kommuner som tittar på att implementera liknande system.

Nischen i Helsingborg verkar alltså till stor del ha inspirerats av nischer utanför Sverige där liknande innovationer i högre utsträckning etablerat sig i regimen. Därtill verkar det som att nischen i Helsingborg börjat influera andra framväxande nischer i andra delar av Sverige. Således verkar studieresor till fungerande anläggningar tillsammans med innovationsvilja och gemensamma mål hos inblandade aktörer vara viktiga delar i det förankringsarbete som framhålls som viktigt för att nischen ska kunna etablera sig i regimen.

5.1.2 Kunskapsuppbyggnad

Respondent 8 understryker att det inte fanns någon drivkraft specifikt för källsorterande avlopp vare sig i Helsingborgs kommun eller i något av de inblandade bolagen, utan att det var något som kom upp i utredningsprocessen. Både respondent 7 och 8 menar att incitamentet som var drivande snarare var viljan att producera mer biogas och att källsorterande avlopp framträdde som ett sätt att åstadkomma detta. Respondent 7 betonar att implementeringsprocessen utvecklats mycket efter hand och att projektet bör betraktas som ett test.

”Det är något vi är väldigt tydliga med i det här. Det är ett test. ... Men att det är mer ett test, både tekniskt men också väldigt mycket med riskbedömningarna och det juridiska och acceptans och hela den delen. För det tekniska kan vi oftast lösa.” (Respondent 7)

Respondent 8 ger medhåll till detta och menar att projektet i Oceanhamnen är att betrakta som ett demonstrationsprojekt vars mål delvis varit att påvisa potentialen för tekniken. Både respondent 7 och 8 påpekar också att förutsättningarna för projektet i Oceanhamnen ändrats under resans gång och att det är att betrakta som en lärandeprocess både för de själva och för de aktörer som är inblandade. Båda respondenterna menar att tekniken inte varit den största utmaningen i implementeringsprocessen, utan att svårigheten snarare ligger i organisationen kring VA-systemet.

”Den största utmaningen är faktiskt det här med organisation kring VA-system, och då är det två delar. Det ena är det som vi pratade om i början av mötet, att komma in i rätt tid och att ens tänka att det finns ett alternativ och ha kompetens och tänka när behöver man komma in i en planeringsprocess för det? Det är en del. Och sen är den andra kunskapsuppbyggnad också hos utförare, att det är ändå lite, ja men hur drar man ett vakuumrör i en fastighet typ? Det vet inte vanliga VVS-företag hur man gör.” (Respondent 8)

Vidare menar respondent 5 att kunskapsbrist är ett hinder man kan överkomma så länge det finns behov och vilja för förändring.

”Jag vet att andra pratar väldigt mycket om kunskap och att man är rädd för att hoppa på någonting. Men här i Stockholm så har vi det här hållbarhetsprogrammet. Det är jättemånga frågor som vi jobbar med som vi inte har vetat hur vi ska komma vidare. Det har varit ett kunskapsutvecklingsprojekt hela vägen inom energifrågor, inom grönyte-frågor, byggfrågor, inom VA-frågor, avfallsfrågor. Allting har varit ”vi vet inte hur vi ska lösa det här, men vi ska göra det”. Så den ambitionen har hela tiden funnits. Men då gäller det ju också att alla organisationer är med på den båten.” (Respondent 5)

Således verkar processerna för att implementera källsorterande avlopp kännetecknas av ovisshet och utmaningar som inte har någon på förhand given lösning. Respondenterna verkar betrakta implementeringen av källsorterande VA-system som en dynamisk lärandeprocess snarare än ett förlopp med ett förutbestämt utfall. För en framgångsrik implementering förefaller också kunskapsuppbyggnad hos alla inblandade aktörer utgöra en viktig framgångsfaktor.

5.1.3 Teknik

Ytterligare en viktig aspekt med källsorterande avlopp är att det inte finns en unik lösning. Respondent 5 berättar:

”Källsorterande avloppssystem är inte en lösning. Man kan dela upp avloppet på lite olika sätt. Beroende på hur man delar upp det och vad man vill ta hand om så blir det lite olika förutsättningar.” (Respondent 5)

Det innebär alltså att tekniklösningar skräddarsys i enlighet med de uppsatta mål och förväntningar kommunen har för VA-systemet. Som tidigare nämnt var de främsta incitamenten för Oceanhamnen i Helsingborg ökad biogasproduktion och ambitionen att vara Sveriges demonstrationsanläggning enligt respondent 7 och 8. Respondent 8 poängterar att det är viktigt att ha tydliga drivande faktorer för att implementeringen av källsorterande avlopp ska vara framgångsrik och att det ofta inte räcker med endast en drivfaktor som kapacitetsbrist. Kapacitetsbrist går att lösa med konventionella reningsverk och därför blir enbart kapacitetsbrist ett för svagt incitament. Detta beror delvis på att källsorterande avlopp är så pass nytt att många kommuner inte vågar satsa på tekniken påstår respondent 8. Det bör även vara flera drivande faktorer som pekar mot den nya lösningen. Hen poängterar även vikten av anledningar som finns lokalt.

”Man hittar en lokal förutsättning för att bygga. Jag tror det är det viktigaste för den förankringen, för när man gör någonting nytt så kommer det vara jobbigt. Det kommer uppstå frågetecken längs med vägen. Och det måste finnas ett tydligt syfte varför man gör någonting nytt. Det kan inte bara vara för att det är fräckt eller för något luddigt som miljövården. Jo, men det är bra långsiktigt för kommande generationer, det brukar inte räcka utan det måste ofta finnas någon lokal anledning. Då kan det till exempel vara som i Helsingborgs fall. Man ville profilera det området och sätta det på kartan. Det var anledningen i Helsingborg.” (Respondent 8)

Respondent 6 berättar att i Visborg är den främsta drivande faktorn att återvinna gråvatten till dricksvattenkvalitet på grund av sötvattenbrist. Respondent 5 berättar i sin tur att drivkraften i Norra Djurgårdsstaden handlar om växtnäringen i kombination med kapacitetsbrist. Och i Gent handlar det om ekonomiska incitament, där man hittat ett marknadssegment för privata aktörer att utföra VA-tjänster och sälja vatten till en tvålfabrik, tillägger respondent 8, vilket inte skulle fungera i svensk lagstiftning. Att lösa dessa olika problem innebär olika system: vissa som kräver yta, vissa som kräver vakuum, vissa som kräver volym och så vidare, diskuterar respondent 5, 6, 7 och 8.

Idag är det endast i Helsingborg som det finns ett fungerande källsorterande avlopp i drift i Sverige. Respondent 7 och 8 berättar att systemet sorterar ut spillvattnet och matavfall i tre olika rör för BDT-vatten, svartvatten och matavfall. Dessa har i sin tur olika reningsprocesser som sker i ett centralt verk, Reco Lab. Fastigheterna använder vakuumtoaletter för att koncentrera svartvattnet och matavfallskvarnar för att leda matavfall och få ut renare matavfallsproduktion, förklarar respondent 7. Hen lyfter att biogasproduktion initialt var målet med anläggningen i Oceanhamnen men att man senare i projektet även kunde hämta andra nyttor ur svartvattnet som näringsutvinning och enklare läkemedelsrening. När anläggningen byggdes hittade man även potentialer i gråvattnet som värme som kunde återanvändas och installerade därför värmepumpar för gråvattnet. Hen diskuterar vidare att potentialen i värmepumpar för gråvatten kan vara hög men något som inte utforskats vidare. Ett försök att även implementera läkemedelsrening 2020 resulterade i nanofiltering och ozonering för gråvattnet. Respondent 7 menar därmed att systemet jobbar med nog avancerade tekniker för att få ut ett tillräckligt renat vatten för att överväga vattenåtervinning.

Respondent 7 belyser även att Reco Lab till stora delar har varit att testa sig fram och utvecklas och därför har gynnats av att ha Öresundsverket nära Oceanhamnen att förlita sig på. Inför deras nästa projekt i Östra Ramlösa berättar hen att de ska bygga ett mer robust och självgående system. Frågor i stil med "kan recipienten breddas?" eller "är den för känslig?" dyker upp och att det är lättare att bredda till ett befintligt verk som back-up. Hen poängterar dock även att utbyggnad av nya konventionella reningsverk väcker liknande bekymmer ifall recipienten är känslig. I Östra Ramlösa planeras även ytkrävande lösningar med två reningssteg, en förbehandling och därefter markbäddar som kommer att användas för att rena gråvattnet. Totalt 14 000 kvm kommer att användas för hela gråvattenanläggningen och 10 000 kvm för svartvattnet, detta är dimensionerat för cirka 3000 bostäder, enligt respondent 7 och 8. Respondent 7 nämner även att ifall tillgång till yta är ett problem behövs ibland en mer "high-tech" lösning med högre driftkrav och personal, för att lösningen ska vara så yt-effektiv som möjligt. Respondent 8 berättar att man i Östra Ramlösa vill ha ett robust system som endast kräver ett fåtal personer och således få till en så passiv teknik som möjligt för gråvatten. Hen berättar också att anledningen till att man valt tvåstegsrening, fastän varje steg egentligen skulle klara av reningen självständigt, är för att säkerställa utsläppskraven till Lussebacken (recipienten). När det kommer till lokal rening påstår respondent 8 att för rening av svartvatten blir det bättre ju större skala det handlar om.

I Norra Djurgårdsstaden funderar man på liknande lösningsförslag som ska genomföras i Östra Ramlösa samt en befintlig lösning som finns i Klosterenga i Oslo för 100 personer berättar respondent 5. De kommer dock fokusera mer på själva näringsutvinningen och använder sig därför av urinsorterande system kopplat till organiskt avfall - vakuumsystem används alltså inte. De renar gråvattnet i en park med en naturbaserad lösning bestående av slamavskiljare och biologiskt filter, vilket som tidigare nämnt kräver yta, och i deras fall kommer parken att räcka för cirka 200 lägenheter. Urin leds till anläggningar där det koncentreras till vätska eller pellets och kan sedan bli en potentiell resurs för exempelvis parkförvaltningen som växtnäring. Respondent 5 är också positivt inställd till skalbarheten i många tekniklösningar där lösningen som diskuteras ska skalas upp från de lägenheter som testats i Oslo och Paris. Respondent 8 belyser även att det finns skalfördelar vid utvinning av näring som struvit och ammoniumsulfat och att ju mer avancerad teknik som används desto fler skalfördelar tillkommer vanligtvis.

I Visborg planerar man att använda dubbla rör, för grå- respektive svartvatten, och ett centralt vakuumsystem där man suger från pumpstationer, berättar respondent 6. En nackdel med det är att om en enstaka fastighet inte fungerar kommer hela systemet att sluta fungera. Respondent 3 poängterar även att det kan bli ineffektivt att leda vatten med vakuum långa sträckor. Fördelen med lösningen är däremot att den inte kräver pumpstationer i varje fastighet och att tekniken också är den mest beprövade. Målet är att bygga ett centralt verk som renar gråvattnet med membranteknik. Innan de kan bygga pilotanläggningen behöver de ha ett tillräckligt stort flöde, på cirka två kubikmeter i timmen, understryker respondent 6. Ett tillräckligt stort flöde är nödvändigt för att exempelvis kunna testa olika typer av membran till reningen av gråvattnet. Respondent 6 menar att eftersom huvudmålet är att få dricksvattenkvalitet på gråvattnet kommer de initialt främst att fokusera på just BDT-vattnet och föra vidare svartvattnet till Visbys reningsverk. Det centrala verket de ska bygga för gråvattnet kommer att fungera som två verk i ett - ett reningsverk och ett dricksvattenverk.

Hållbarhetsaspekter som näringsutvinning och vattenåtervinning har behandlats. Ytterligare en viktig aspekt är dock övergödning och utsläpp. Respondent 8 menar att på Reco Lab i Helsingborg är målet att ha samma utsläppskrav som det vanliga reningsverket. De kommer varken att släppa ut mer fosfor eller kväve till recipienten. Idag når inte Reco Lab det målet enligt respondent 7. Däremot har de ett kretslopp av fler näringsämnen till jordbruksmark vilket minskar behovet av att tillföra fosfor och kväve till åkermarken, tillägger respondent 8. Hen understryker även att traditionella reningsverk är effektiva på att rena bort kväve och fosfor, eftersom de är designade för det, och att källsorterande avlopp inte nödvändigtvis kommer att prestera bättre på den fronten, åtminstone inte till en rimlig ekonomisk kostnad.

Slutligen står det därmed klart att lösningarna i hög grad är platsanpassade snarare än standardiserade, där varje plats kräver sina egna lokala incitament för att ett projekt ska bli genomförbart och meningsfullt. En specifik nisch-innovation som etablerat sig i en regim behöver alltså nödvändigtvis bli framgångsrik om den implementeras i en annan regim. För att kunna välja en lämplig tekniklösning behöver Knivsta formulera tydliga lokala mål, så att systemet kan anpassas efter just deras behov och förutsättningar. Med det gällande beslutet

om att bygga en anslutningsledning till Käppalaförbundet tyder mycket på att mer småskaliga, decentraliserade lösningar ligger närmast till hands, liknande de som planeras i Östra Ramlösa och Norra Djurgårdsstaden, samt den befintliga lösningen i Klosterenga i Oslo. Det är även viktigt att belysa att trial-and-error är en viktig del av lärandeprocessen kring ny teknik, och också är kännetecknande för sociotekniska nischer. Reco Lab i Helsingborg visar tydligt att man måste våga testa, misslyckas och justera planen längs vägen. Genom att pröva sig fram har projektet kunnat utvecklas och hitta bättre lösningar, vilket visar hur viktigt det är med flexibilitet och lärande i implementeringar som dessa.

5.2 Regim

5.2.1 Infrastruktur

I Knivsta kommun har det befintliga reningsverket nått sin maximala kapacitet och för att möjliggöra den planerade expansionen med 15 000 nya bostäder fram till 2057, enligt Fyrspårsavtalet från 2017, behövde kommunen finna en alternativ lösning, vilket betonas av både respondent 1 och 3. Kapacitetsproblematiken hanteras genom ett beslut att bygga en överföringsledning och därmed ansluta Knivsta till Käppalaverket. Enligt respondent 1 har Käppalaverket en betydligt större kapacitet som kan hantera den totala väntade expansionen i kommunen. Denna lösning möjliggör storskalig centraliserad avloppsrening men minskar samtidigt behovet och incitamentet för alternativa, decentraliserade lösningar som källsorterande system. Trots denna centrala lösning kvarstår argumentet att nybyggnationer erbjuder särskilt goda möjligheter för implementering och utvärdering av alternativa och hållbara avloppssystem som källsorterande lösningar. Detta kan förklaras av att nybyggnationer möjliggör en mer kostnadseffektiv och anpassad implementering eftersom installation av nya, separata infrastrukturer är enklare och mindre resurskrävande än att bygga om befintliga ettrörssystem i existerande fastigheter. I nybyggnationer kan infrastrukturen från början dimensioneras för flera separata flöden, vilket ger en större flexibilitet i valet av tekniska lösningar och bidrar till att effektivare hantera avloppsflöden med hänsyn till både miljömässiga och resursåterföringsmässiga aspekter.

“Men man har ju valt nu att lägga en ledning till Käppala. Den ska ju då ersätta det befintliga reningsverket och egentligen kunna svara mot all den utbyggnad som vi får, åtminstone i tätort, inte på landsbygd.” (Respondent 1)

Både respondent 1 och 2 lyfter fram att källsorterande system skulle kunna utgöra ett attraktivt komplement på landsbygden, främst med hänsyn till att de främjar ökad cirkularitet och möjliggör lokal återföring av resurser, något som helt uteblir med Käppalaledningen. Respondent 1 nämner Vassunda som ett potentiellt lämpligt område för dessa system, där begränsade grundvattentillgångar har lett till restriktioner mot expansion av vattenintensiva verksamheter, som hästgårdar.

Sammantaget illustrerar beslutet i Knivsta kommun, att ansluta framtida avloppsflöden till Käppalaverket, hur den etablerade sociotekniska regimen inom VA-sektorn upprätthålls genom centraliserade, storskaliga lösningar. Trots identifierad kapacitetsbrist väljer kommunen att förstärka befintlig infrastruktur i stället för att utmana rådande teknologiska

och organisatoriska strukturer. Detta visar regimen tröghet och motstånd mot innovation, där nya lösningar som källsorterande avloppssystem får begränsat utrymme. Samtidigt pekar respondenterna på att nybyggnationer kan erbjuda öppningar inom regimen, då dessa möjliggör teknisk flexibilitet och underlättar implementering av alternativa system. Regimen framstår därmed som stabil men potentiellt förhandlingsbar i specifika delar av Knivsta.

5.2.2 Organisatoriska aspekter

Vidare beskriver respondent 4 samarbetet mellan Knivsta kommun och Roslagsvatten, som har det huvudsakliga ansvaret för VA-systemet i Knivsta kommun, som mycket väl fungerande. Ytterligare utvecklar hen att Roslagsvatten följer kommunfullmäktiges politiska beslut och agerar utifrån vad som beslutas. Även om det finns möjligheter till påverkan från Roslagsvattens håll, menar respondent 4 att det är de politiska besluten från Knivsta kommun som väger tyngst. En ytterligare aspekt som respondent 4 tar upp är att en implementering av ett nytt VA-system skulle kräva en organisatorisk omställning. Fler hinder på organisatorisk nivå framförs av respondent 2 som anser att styrningen från kommunens tjänstemän är otydlig. Detta håller även respondent 1 med om som menar att:

“Det är ju att det saknas en person eller en funktion i Knivsta och det är någon som är tekniskt ansvarig för all infrastruktur som behöver finnas i en stadsdel. Allt det som inte syns ovanför gatan. Det som ligger under. Elsystemen, värmesystemen, VA-systemen etc. i kombination, över hur den designen ska se ut för att också stadsdelen ska fungera på ett bra sätt.”
(Respondent 1)

Ännu fler organisatoriska aspekter tar respondent 5 upp när hen berättar att tidigare genomföranden har varit möjliga på grund av tydligt men också uppdelat samarbete mellan stadsbyggnadsorganisationen och VA-organisationen. Hen utvecklar vidare genom att förklara att det i Stockholm stad varit stadsbyggnadsorganisationen som ansvarat för byggaktörernas arbete medan VA-organisationen har ansvar för det som sker under jorden. Dessutom menar respondent 5 att beroende på vem som äger marken så skiljer sig processen vid implementering åt. Eftersom Stockholm stad äger land så kan de sälja det till exploatörerna och sedan ställa krav på dem, vilket då blir det enklaste tillvägagångssättet och således också en förutsättning för lyckosam implementering, förklarar respondenten. Hen förklarar att det även finns möjlighet för det omvända, det vill säga att VA-organisationen ställer krav, men hen förklarar vidare att det är mycket svårare då organisationen inte är med i processen från start. Respondent 8 presenterar en liknande situation i Helsingborg och hur kommunen gick till väga för att påbörja implementeringen. Respondenten förklarar:

“Då hade kommunen med sina bolag, energibolaget, avfallsbolaget, VA-bolaget, så sa man till dem att ni måste alla lägga tid och delta i det här projektet kring hur vi ska realisera miljöprofilen och tog då man liksom en liten kraftsatsning och det var ju inte enorma tider som las utan det var två månaders arbetstid per bolag [...] men det är ändå ganska mycket mer än vad man lägger på sådana här projekt vanligtvis.” (Respondent 8)

Dessutom belyser respondent 7 vikten av tydliga ansvarsområden mellan aktörerna för att förenkla vem som står för vilka kostnader. Respondent 7 berättar om sina erfarenheter av missförstånd mellan olika aktörer vilket hen menar kan bli ett hinder för vidare utveckling.

Respondent 7 understryker även att större aktörer sällan har ett intresse för nymodigheter och ännu inte fullt beprövade implementeringar. En ytterligare syn på samarbetet mellan aktörer ger respondent 6 som belyser vikten av samarbete mellan aktörer på olika platser. Respondent 6 berättar om Ecoloop – ett nätverk där Region Gotland, Varberg, Helsingborg, NSVA, Uppsala kommun och Stockholm Vatten ingår – vilket har gett möjlighet till kunskapsdelning och inspiration; något som enligt respondenten har varit en framgångsfaktor för deras arbete i Visborg. Vidare menar respondent 6, liksom respondent 8, att utländska samarbeten, delning av erfarenheter och möjlighet till studiebesök är mycket värdefulla.

Sammanfattningsvis är vikten av ett gott samarbete mellan kommunen och involverade aktörer det som flera respondenter understryker genomgående för att en implementering ska vara möjlig och lyckosam. Dessutom betonas vikten av ett samarbete mellan olika platser där implementering av källsorterande avloppssystem har gjorts, både för inspiration men också för att dela erfarenheter. Således verkar god samordning mellan inblandade aktörer vara en förutsättning i regimen som underlättar spridningen av en nisch-innovation som källsorterande avlopp.

5.2.3 Ekonomi

I intervjuerna som utfördes kunde respondenterna bidra med insikter i ekonomin avseende källsorterande avlopp med förankring i tidigare projekt i Helsingborg samt utredningar från Visborg, Knivsta och Norra Djurgårdsstaden. Respondent 8 förklarar att den totala investeringskostnaden för dessa system är och kommer fortsätta att vara dyrare än konventionella reningsverk över en lång tid. Däremot förklarar denne att uppemot 25 procent av de ökade kostnaderna kan tjänas tillbaka genom de vinster som källsorterande system ger upphov till i form av energi och näringsåtervinning. I Helsingborgs fall har RecoLabs system blivit ett påkostat projekt av anledningen att det är en demonstrationsanläggning som haft experimentella incitament där idén med anläggningen var att visa upp och testa tekniken, menar både respondent 7 och 8. I Visborg understryker respondent 6 att en kostnadsdrivare som identifierats i utredningar, förutom den ökade mängden rör, är miljön där systemet ska byggas:

“Det är ju dyrare, det blir ju dyrare än om man inte har dubbla rör. För oss, så är det, det kostar mer. Men vi har ju andra saker som gör, på det här området som gör, som kostar också när det gäller VA. För att det är ett svårt område att bygga på över huvud taget. Så att det är inte så att just dubbla rör sticker ut mycket mer än andra ökade kostnader.” (Respondent 6)

Därtill understryker både respondent 5 och 8 att gråvattenrening är ett prisvärt system även i mindre skala medan den mer kostsamma svartvattenreningen kräver större skala för att vara ekonomisk rimlig avseende biogasproduktion, förtydligar respondent 8:

“[...] Men sen om det här med lokal rening. Jag tycker svartvattenrening, min åsikt är att det är bättre ju större det blir. Det blir billigare, det blir bättre ju större det är. Helst hela stan.” (Respondent 8)

“Alltså om det ska vara det. Men jag tror vi har diskuterat innan att någonstans runt 10 000–12 000 personer, där börjar smärtgränsen gå och allt under det är rent ekonomiskt orimligt.” (Respondent 8)

Den ekonomiska bedömningen av kostnadsbilden för källsorterande avloppssystem bygger delvis på nisch-innovationen i Helsingborg, som har fungerat som modell för liknande utredningar i andra delar av landet. Det bör dock poängteras att kostnaderna i Helsingborgs pilotprojekt är högre på grund av att tekniken är i ett tidigt utvecklingsstadium och att systemet därför har dimensionerats med överkapacitet för att säkerställa driftsäkerhet. Därmed bör projektets kostnadsnivå inte ses som representativ eller rimlig att efterlikna vid en bredare implementering vilket även understryks av respondent 8:

“Det är inte ekonomiskt rimligt att bygga något i den skalan med den tekniken egentligen utan det var byggt som om det skulle varit ett reningsverk med kanske 50 000 personer i stället för 2 000, så är det.” (Respondent 8)

Givet den information som samlats från respondenterna finns det starka indikationer för att kostnadsbilden för källsorterande system är direkt beroende av miljön och geologiska förutsättningar för var det ska upprättas samt den teknologiska konfigurationen och ändamålet för systemet. Något som också betonats av flera respondenter är svårigheten med att kvantifiera de nyttor som källsorterande avloppssystem medför.

Ur synvinkeln av MLP utgör det ekonomiska utfallet av källsorterande system en spänning mellan nisch-innovationen och den etablerade sociotekniska regimen. RecoLab i Helsingborg utgör en skyddad nisch som vuxit fram genom kommunens vilja att producera biogas samt experimentella incitament som i sin tur lett till överdimensionering. Detta möjliggör lärande för alla involverade aktörer och andra kommuner i Sverige men resulterar i en kostnadsbild som inte är särskilt representativ för källsorterande system. Flera respondenter påpekar att kostnaderna för källsorterande avlopp fortsatt kommer att vara högre än för konventionella system under överskådlig tid, vilket indikerar en ekonomisk tröskel för regimen. Detta är särskilt tydligt i hur system för svartvattenrening kräver en kritisk massa om minst 10 000–12 000 användare för att bli ekonomiskt rimliga. Det är en tröskel som i många fall inte uppnås i tidiga pilotprojekt och kan utgöra en särskild utmaning för mindre kommuner som just Knivsta. Kompositionen av kostnadsmassan vid implementering av källsorterande system kan variera avsevärt beroende på vilken typ av lösning som ska implementeras, kapacitet, geografi och en rad andra variabler. Det innebär att den tekniska konfigurationen mer eller mindre skräddarsys för just den plats där systemet ska implementeras och försvårar standardiseringen samt förhindrar spridningen av tekniken inom regimen. Således är det ekonomiska utfallet starkt kontextberoende.

Sammanfattningsvis visar analysen att de ekonomiska utmaningarna för källsorterande avloppssystem illustrerar typiska barriärer på regimnivå i enlighet med MLP. Nischsystemens kostnadsstruktur, brist på standardisering och tekniska osäkerheter hindrar för närvarande en bredare implementering. Trots detta utgör demonstrationsprojekt som Reco Lab viktiga testbäddar för teknisk och institutionell inlärning. För att innovationen ska kunna bryta igenom krävs dock en omställning i regimen incitamentsstruktur och förstärkta drivkrafter från landskapet, exempelvis genom ökad politisk styrning, inkludering av miljökostnader i ekonomiska kalkyler eller växande klimatrelaterade krav.

5.2.4 Politik & regleringar

Något som flera respondenter alla är överens om är att det är svårt att ta långsiktiga beslut, som implementering av ett helt nytt VA-system, på grund av att mandatperioder bara sträcker sig över fyra år. På grund av detta kan alltså tagna beslut helt kasseras om det till nästa mandatperiod blir ett styrelseskifte. Specifikt menar respondent 2 att det vid den förra mandatperioden fanns det ett betydligt större intresse i Knivsta kommun för utveckling och nyfikenhet för implementering som i princip försvann när det blev en ny mandatperiod med en annan majoritet. Däremot anser respondent 6 att hen inte har upplevt några problem i Visborg på grund av korta mandatperioder. Vidare anser respondent 2 att nuvarande styre dragit ner på utvecklingstakten och utbyggnaden av Knivsta kommun, vilket hen tror är en motreaktion på den snabba utvecklingstakten som varit i kommunen innan. Dock menar respondent 8 att kommunpolitiker med skilda åsikter inte nödvändigtvis behöver vara ett hinder eftersom kommunpolitiker trots skilda åsikter bör kunna föra en dialog med varandra.

Ett politiskt beslut är en grundläggande förutsättning för att källsorterande avloppssystem ska kunna implementeras enligt respondent 6. Respondent 6 utvecklar vidare att utan ett politiskt beslut kan arbete utföras utan att det leder någonvart. Ett tillägg till detta ges av respondent 7 som också lyfter politisk långsiktighet som en viktig faktor för beslutet om en implementering av källsorterande avloppssystem i Östra Ramlösa. Hen menar att i Helsingborg finns en planeringshorisont på 30–40 år, vilket möjliggör en hög innovationshöjd. Ett ytterligare tillägg till detta ger respondent 8 som menar att en politisk vilja att göra någonting har varit en framgångsfaktor för implementeringen i Oceanhamnen.

Något som också framstår som både ett hinder och en möjliggörare för implementeringen av källsorterande VA-system är juridiska ramar och regelverk. Flera respondenter pekar på att lagstiftningens nuvarande utformning ofta inte är anpassad till den typ av decentraliserade, innovativa lösningar som dessa system innebär, vilket kan leda till osäkerhet, extra arbete och i vissa fall rena stopp i projekten. Respondenterna lyfter att VA-sektorn är reglerad, från lokala miljötillstånd till nationella och EU-gemensamma regler. Enligt respondent 3 har alla reningsverk specifika miljötillstånd som sätter gränser för exempelvis utsläpp av kväve och fosfor, och dessa krav påverkas även av EU-direktiv. Respondent 4 menar att juridik berör en stor del av deras verksamhet:

“Ja, jag kan det inte exakt, men vi har väl typ 100–500 lagar som påverkar vår verksamhet. Som vi förhåller oss till, men främst är det lagen om allmänna vattentjänster som vi förhåller oss till. Eller som 99% av vårt arbete går ifrån.” (Respondent 4)

En särskild utmaning uppstår när det gäller lokala utsläppspunkter och recipienter. Respondent 2 beskriver hur det i deras fall i Knivsta inte ansågs realistiskt att få tillstånd för utsläpp i Mälaren, en redan ansträngd färskvattenresurs med status som riksintresse. Även respondent 5 tar upp problematiken med att få tillstånd för användning av renat gråvatten, exempelvis till bevattning, då regelverken är mycket strikta. Detta är något som kräver särskilda tillståndsansökningar och riskbedömningar och som ofta är otydligt reglerat. Flera respondenter pekar dock också på att förändringar i lagstiftningen kan skapa nya möjligheter. Respondent 1 berättar att kraven egentligen är till fördel för de stora, centrala lösningarna men

framhåller även att framtida skärpningar av miljökrav kan gynna lokala system, eftersom dessa har bättre möjligheter till kontroll och uppföljning. På liknande sätt menar respondent 5 att källsorterande system ur ett hållbarhetsperspektiv kan göra det lättare att möta framtida miljökrav:

“Så det är ju snarare så att det här kanske gör det enklare att leva upp till lagstiftning, hårdare lagstiftning.” (Respondent 5)

Hen lyfter att systemen möjliggör resurseffektivitet och återanvändning, men att juridiska frågor kring exempelvis lokala utsläppspunkter och överskottsvatten fortfarande behöver utredas.

Respondent 8 framhåller att biogasproduktion från svartvatten omfattas av regelverk med krav på ATEX-certifiering, explosionsskydd och kompetent personal som ser över de frågorna, vilket gör systemen juridiskt och tekniskt krävande. Hen beskriver att dagens juridiska struktur inte fullt ut stödjer sådana lösningar, vilket leder till mycket merarbete, men att detta kan underlättas i takt med att branschen växer och standarder utvecklas. Samtidigt lyfts EU:s gödselproduktförordning från 2019 som ett viktigt framsteg, då den möjliggör att återvunna produkter klassas som varor i stället för avfall, vilket skapar nya ekonomiska incitament. Hen betonar en optimism för framtiden:

“Sen måste någon vara först med att gå igenom grinden. Men där finns ändå bra lagstiftning och bra avsättningsmöjligheter. Så det är positivt.” (Respondent 8)

Dock kvarstår utmaningar kring reningskrav för småskaliga system:

“För det är också så att ju mindre du bygger, och beroende på vilken recipient du har, desto hårdare krav får du ju på hur långt du behöver rena gråvattnet.” (Respondent 8)

Respondent 8 betonar också bristen på nationella mål för näringsåterföring och önskar att det skulle införas, något hen menar kunde förändras med ett förbud mot slamspridning. Ett annat exempel på hur juridiken påverkar utvecklingen ges av respondent 7, som berättar hur valet av trerörssystem i stället för två rör i deras projekt visade sig vara positivt med tanke på ny avfallslagstiftning. Respondent 7 menar även, tillsammans med andra respondenter, att rättstolkning och kommunikation med tillsynsmyndigheter spelar stor roll. Hen beskriver hur missförstånd med miljöförvaltningen kring gråvattenledningar ledde till onödiga förseningar.

“Sen har vi haft lite strul, men det är ju rent juridiskt kan man väl säga men det har varit lite missuppfattningar när vi har hört av oss till miljöförvaltningen så de tyckte inte att vi kunde få använda det. Det har varit ganska många turer där som jag tror hade vi bara förstått varandra så hade det säkert gått att lösa.” (Respondent 7)

Det förefaller att för kommuner som Knivsta, med begränsade resurser och höga miljöambitioner, kan införandet av ett källsorterande system utgöra en utmaning. De juridiska ramverken är ofta utformade för att understödja stabilitet snarare än förändring, vilket leder till att mer innovativa lösningar riskerar att missgynnas. Samtidigt visar analysen att lagstiftningen inte är statisk; den kan både följa och forma teknikutveckling. Därför är en nyckel för kommuner att strategiskt arbeta med juridiken och använda det som ett verktyg för

att påverka. Det handlar om att föra dialog med tillsynsmyndigheter, delta i nationella och regionala policyprocesser samt visa de potentialer källsorterande system kan ha för hållbar utveckling. Det ökade klimathotet återspeglas också i lagstiftningen och i framtiden kan hårdare krav på avloppsrening ställas. Då kan det vara bra för kommuner att redan nu undersöka ett system som främjar hållbarhet genom högre näringsutvinning och minskad vattenanvändning. Då tas även politisk långsiktighet i beaktning, vilket kan ses som en grundförutsättning för implementering.

Sammanfattningsvis verkar politiska aspekter och regleringar kunna utgöra både hinder och möjligheter för en nisch-innovation som källsorterande VA-system att etablera sig i regimen. Ett av de främsta juridiska hindren för en kommun som Knivsta är att dagens tillståndssystem och miljöregelverk inte är anpassade för småskaliga, källsorterande VA-lösningar. Detta skapar osäkerhet och oproportionerliga krav som försvårar innovation, trots att systemen kan bidra till uppfyllandet av framtida miljömål. De främsta politiska förutsättningarna är krav på ett beslut och långsiktigt tänkande som sträcker sig över flera mandatperioder och politiska åsikter.

5.2.5 Kunskapsläge

Kunskapsbrist lyfts av flera respondenter som ett centralt hinder för att implementera källsorterande VA-system. Respondent 3 framhåller att eftersom denna typ av anläggning inte är vanlig förekommer det en osäkerhet inom den egna organisationen kring hur systemet ska planeras, byggas och drivas. Hen beskriver att kunskapen idag är koncentrerad till ett fåtal individer, även om man försöker bredda kompetensen internt genom att involvera olika delar av verksamheten. På liknande sätt påpekar respondent 4 att om källsorterande system ska drivas i allmän regi krävs det särskild kompetens som ofta saknas hos befintlig personal. Hen lyfter att det organisatoriska glappet i form av kunskap är en av de största omställningarna snarare än de tekniska skillnaderna i själva anläggningsskedet. Även respondent 6 instämmer i att det tidigare funnits en kompetensbrist kring alternativa VA-lösningar men att intresset, och därmed kunskapen, har ökat på senare år.

Flera respondenter lyfter också att den rådande kunskapsbristen påverkar beslutsfattandet. Respondent 2 beskriver hur konsulter hos Knivsta kommun rekommenderade en konventionell lösning med anslutning till Käppala reningsverk, samtidigt som de presenterade Helsingborg som ett intressant men problematiskt exempel. Hen uppfattade att osäkerheten kring nya system och föreställningar om höga kostnader gjorde att alternativa lösningar inte utreddes tillräckligt djupt, vilket i sin tur hindrade ett informerat beslut. På ett liknande sätt berättar respondent 1 att man i det egna projektet saknade kompetens att på ett meningsfullt sätt utreda de källsorterade lösningarna, vilket försvårade beslutsfattandet:

“Och de källsorterade lösningarna hade vi inte egentligen kompetens att utreda. Så det kunde de inte lämna någon vettig resultat på egentligen för att ta beslut kring det.” (Respondent 2)

Även respondent 5 pekar på svårigheter i större organisationer, där det varit svårt att hitta individer som tror på och vill driva frågan. Hen menar dock att det inte främst är brist på

kunskap som hindrar utvecklingen, utan snarare en låg förändringsbenägenhet och en ovilja att sätta sig in i frågan:

“Nej, kunskap skulle jag säga, det skaffar man sig om man vill nå något. Det är inte det som är, utan det är viljan till förändring och att det behövs en förändring skulle jag säga.”
(Respondent 5)

Slutligen betonar respondent 8 att det snarare är viljan att göra något nytt och innovativt som avgör om ett projekt blir verklighet. Hen menar att det i Oceanhamnen fanns en stark politisk vilja och att detta var avgörande för att projektet kunde genomföras. Därmed antyder hen att även om viss kunskap saknas, kan rätt organisatoriska och politiska drivkrafter väga tyngre.

Det verkar som att kunskapsläget är en avgörande faktor för att möjliggöra implementeringen av källsorterande avlopp. Det råder inte nödvändigtvis brist på tekniska lösningar eller möjligheten till nya innovationer, utan snarare organisatorisk osäkerhet och bristande kunskapsdelning kring hur dessa system ska planeras, byggas och förvaltas. Det märks att kunskapen ofta är koncentrerad till enstaka personer vilket hindrar en bredare förståelse och förankring internt. Således verkar inte enbart kunskapsutveckling utan också delning av kunskap, såväl internt som externt, vara en viktig förutsättning i regimen för att en nisch-innovation ska kunna få fäste. I Knivsta kommuns fall kan bristande kunskap ses som en anledning bakom beslutsfattandet om avloppssystemet. Denna erfarenhet pekar på vikten av att skapa kunskap inte bara tekniskt, utan även strategiskt. Samtidigt visar exemplet Oceanhamnen att kunskap och kompetens går att bygga upp, särskilt när det finns ett genuint intresse inom VA-sektorn och ett tydligt politiskt ledarskap som driver frågan.

Slutligen framkommer det att viljan att förändras ofta är en viktigare drivkraft än själva kunskapen i sig. I vissa fall tycks brist på intresse eller förändringsvilja vara ett större hinder än en faktisk kompetensbrist. Därför bör framtida satsningar på källsorterande system i kommuner som Knivsta inte enbart fokusera på teknisk utbildning, utan även på att skapa engagemang, ägarskap och en gemensam vision inom organisationen. Utan detta riskerar kunskapen att förbli passiv.

5.2.6 Användarperspektiv

Flera respondenter lyfter användarperspektivet som avgörande för hur väl källsorterande VA-system fungerar i praktiken. Acceptans, beteendeförändringar, informationsinsatser och tekniska upplevelser spelar sammantaget en stor roll för hur dessa system tas emot och upprätthålls över tid. Ett återkommande tema är att dessa system kräver ett ökat medvetande från användarnas sida. Respondent 9 berättar om sitt perspektiv av att bo i Oceanhamnen:

“Jag har väldigt lite koll på källsorterande avlopp. Jag visste sen innan att jag bor i ett hus där toaletterna ska vara extra miljövänliga, men fick ingen direkt information om det när jag flyttade in för två år sedan.” (Respondent 9)

Respondent 1 förklarar och exemplifierar att boende i områden med gråvattenseparering behöver lära sig att bland annat undvika kemikalier i toaletten och använda naturvänliga rengöringsmedel. Hen menar att systemen fungerar bäst när det finns ett samspel mellan

tekniken och användarna där de boende känner ett slags socialt och tekniskt ansvar för hur systemen hanteras. Hen lyfter även att detta kan innebära initiala beteendeförändringar, men också skapa engagemang och identitet:

“Det kan till och med vara en konkurrensfördel att man väljer fastigheter som har den här typen av lösningar, för att man ser att med mitt val av boende så kan jag också påverka miljön på ett positivt sätt.” (Respondent 1)

På liknande sätt menar respondent 5 att källsorterande system kan bidra till att bryta det traditionella "kvitt-blivningsperspektivet", där avlopp ses som något man gör sig av med och sedan glömmer. Hen betonar vikten av att människor blir mer medvetna om sitt eget avfall och förstår hur deras beteende påverkar systemets funktion. Ett lokalt system, där boende tydligare ser kopplingen mellan sitt avfall och återvinningen, kan enligt hen skapa förståelse och ansvarstagande: att avloppsvatten inte försvinner någonstans, utan är en resurs man själv bidrar till och har ansvar för. Respondent 9 bekräftar detta när hen säger att det känns bra att bidra till en hållbar utveckling.

Däremot berättar respondent 5 om exempel där tekniska fel lett till luktproblem, vilket i sin tur skapat starkt missnöje. Hen understryker vikten av att hantera sådana användarrelaterade frågor proaktivt:

“[...] alla sådana här användarfrågor är superviktigt att man tar hand om så tidigt som möjligt. Och att det hanteras.” (Respondent 5)

Det framgår också att känslan av närhet till systemen kan vara ett tveeggat svärd. Vissa upplever det som en möjlighet att förstå och påverka sitt eget avlopp, medan andra upplever det som oönskat eller obehagligt. Respondent 6 lyfter att det inte genomförts några egna studier på boendes attityder i deras projekt, men hänvisar till andra undersökningar om acceptans. Hen menar att det handlar om hur man kommunicerar:

“Så skulle det vara för mig i alla fall om någon frågade om jag ville dricka gråvatten, så skulle jag säga nej tack. Men om man får lära sig mer om att det är helt säkert, vi har dubbla system, vi renar det först i dricksvattenkvalitet sen tar vi in det i det vanliga som vi har tänkt göra då. Vi ska först rena det här till dricksvattenkvalitet sen ska det gå in i det vanliga dricksvattenverket. Så det blir ju liksom sannolikt mer säkert att dricka än ett grundvatten. Man måste nog jobba väldigt mycket med sådana bitar och då tror jag att man kan få acceptans.” (Respondent 6)

Även respondent 2 lyfter att nya system kan väcka viss oro bland invånare. Det kan handla om oro för nya tekniker som vakuumtoaletter eller skepsis kring lokaliseringen av ett reningsverk nära bostadsområden. Hen påpekar att frågorna inte lockar bred uppmärksamhet i samhället och att det är svårt att få allmänhetens engagemang kring VA-frågor, även om inställningen i grunden inte är negativ. Det finns dock exempel på oro för framtida driftstörningar och utsläpp, även om dessa skulle vara strikt reglerade och tekniskt säkra. Hen säger det här om Knivstas inställning:

“Den nuvarande majoriteten vill att Knivsta ska vara en trivsamt småstad och inte växa. Och det är väl en reaktion på att det har byggts väldigt mycket här de senaste åren och så. Så det finns väl folk som har blivit lite nervösa. som tycker att det går för fort, att det har blivit för mycket på för kort tid.” (Respondent 2)

Vidare delar respondent 9 uppfattningen om vikten av användaracceptans där osäkerheten kring systemet sätter käppar i hjulen. Exempelvis kan ett enskilt driftstopp i en toalett medföra att hela systemet i området får driftstopp eller så kan ljudnivån från vakuumtoaletterna bidra till missnöje bland de boende. Trots dessa hinder framträder även vissa sociala möjligheter. Enligt respondent 9 är systemet till synes oförändrat för användaren. Respondent 9 förklarar:

“Det märks inte att man bor i ett hus med källsorterande avlopp. Det är väl att vakuumtoaletten låter som ett SJ-tåg och att det ibland blir driftstopp om någon spolat ner något dumt men i övrigt är det som vilket hus som helst.” (Respondent 9)

Därtill betonar respondent 9 att systemet inte innebär någon ökad kostnad för vattenförbrukning. Även kvalitetsupplevelsen av vattnet diskuteras. Respondent 7 menar att mycket långtgående rening kan leda till att vattnet upplevs som onaturligt eller smaklöst.

“[...] det blir ett väldigt äckligt vatten för man tar nästan bort allt ur det och då blir det inte gott för man vill ju ändå ha lite mineraler i det.” (Respondent 7)

Detta visar att även upplevelsebaserade aspekter, som smak, kan påverka acceptansen för återanvänt vatten, trots att det är tekniskt säkert.

Sammanfattningsvis verkar användarperspektivet vara en kritisk, men ofta underskattad faktor i implementeringen av källsorterande avloppssystem. Även om tekniken i sig fungerar väl, avgörs systemets långsiktiga stabilitet i hög grad av hur väl det förstås, accepteras och används av de boende. Systemen kräver en viss nivå av medvetenhet, ansvarstagande och beteendeförändring vilket problematiseras av att VA-frågor traditionellt sett är lågt prioriterade och ofta osynliga i vardagen. Det brukar oftast finnas en oro kring ny teknik eller störningsmoment som ljud och driftstopp som riskerar att underminera acceptansen. Å andra sidan kan rätt kommunikation, tydlig information och känslan av delaktighet vända dessa risker till möjligheter. När användarna upplever att de gör en konkret miljöinsats och förstår hur deras beteende påverkar helheten, kan systemet till och med bidra till ökad miljöidentitet och lokalt engagemang. I slutet av dagen handlar det om hur normaliserat systemet kan bli, då brukar användaracceptansen inte vara ett problem.

5.3 Landskap

På landskapsnivå framhålls befolkningstillväxt och klimatförändringar av flera respondenter som viktiga faktorer som påverkar projekt med källsorterande avloppssystem. Respondent 1 och 2 bekräftar att just befolkningstillväxten och kapacitetsbristen den medför varit den drivande faktorn som gjort att man börjat utreda såväl konventionella som alternativa VA-lösningar i Knivsta. Som tidigare nämnts lyfts befolkningstillväxt och brist på sötvatten som centrala för satsningen på en källsorterande lösning i Visborg på Gotland av respondent 4. Hen nämner också klimatförändringar som en drivande faktor men upplever emellertid inget ökat tryck från allmänheten till följd av ökad miljömedvetenhet. Respondent 2 beskriver en liknande situation där hen upplever befolkningen i Knivsta som miljömedveten men däremot inte uppfattat förändrade förväntningar på kommunen från allmänheten till följd av klimatförändringarna. Vidare menar respondent 8 att källsorterande system har många fördelar som verkar kunna bidra mer till målen i Agenda 2030 än konventionella VA-system,

exempelvis genom att minska spridningen av föroreningar genom att inte återföra organiska föroreningar i avlopp. Ytterligare påpekar respondent 8 att det internationellt pratats mycket om alternativa, mer decentraliserade avloppssystem på platser med väldigt snabb urbanisering eftersom de möjliggör en annan flexibilitet än konventionella lösningar.

”Om man tittar på sådana här typ Agenda 2030 och så, så tror jag att källsorterande system har ju många små fördelar som pekar mot att man bidrar till de här målen mer, att man kan minska spridningen av föroreningar till exempel genom att man inte återför organiska föroreningar i avlopp. Att man faktiskt renar bort dem och att man har ett ökat kretslopp av näringsämnen, för den alternativa handelsgödseln här är ju fossil. Så att ja, det bidrar absolut mer till de målen, det tycker jag. Sen är det ju mer den andra då att det är, som man pratar om utomlands mer då, att det är den här flexibiliteten. Att i många ställen så sker det fortfarande en jättesnabb urbanisering och man kan inte liksom, ja då pratar man mer om decentraliserat avlopp. För att man måste hinna bygga ut de här systemen och det kan man inte med det vanliga, det som vi säger är det vanliga i Sverige. Det är svårt att bygga ut utomlands i städer där befolkningens ökning ser ut så. Så det är väl dom två argumenten som talar för detta framöver.”
(Respondent 8)

Således verkar befolkningstillväxt, i synnerhet om den sker väldigt snabbt, vara en landskapsfaktor som skapar möjligheter för nischer att utveckla innovationer som källsorterande avlopp. Även klimatförändringar förefaller delvis verka möjliggörande för nischer där källsorterande VA-system utvecklas eftersom de driver fram behov (som exempelvis sötvattenbrist) på vilka källsorterande VA-system kan vara en lösning. Ett ökat omvandlingstryck från allmänheten till följd av klimatförändringarna skulle kunna öppna upp ytterligare utvecklingsfönster för sociotekniska nischer, men detta verkar ingen av respondenterna ha upplevt.

Vidare upplever respondent 6, som arbetat med VA-frågor sedan början på 2000-talet, att det skett en stor attitydförändring till källsorterande lösningar där traditionella ingenjörer på senare år börjat intressera sig för sådant som tidigare bara engagerade miljöentusiaster.

”Jag tycker att det har blivit jättestor skillnad för att jag har ju jobbat med källsorterande system sedan ja, början på 2000-talet, och till för bara några år sedan så var det ju liksom bara miljöentusiaster som tyckte att det var intressant att fundera på. Så det har ju skett en jättestor omsvängning nu att även ingenjörer, alltså traditionella VA-ingenjörer, har börjat intressera sig för källsorterande system på ett helt annat sätt än förut.” (Respondent 6)

Respondent 6 tror att detta förändrade förhållningssätt och ökade intresse för källsorterande VA-system kan bero på att källsorterande tidigare betraktats som någonting naturbaserat men numera ses som något ”ganska high-tech” vilket engagerar teknikintresserade ingenjörer. Vidare föreslår hen att attitydförändringen kan bero på att Helsingborg nu utgör ett tydligt exempel på ett källsorterande VA-system som fungerar. Respondent 7 håller med om att intresset för källsorterande VA-system har ökat och tror att det kan höra ihop med ett ökat intresse för teknikutveckling. Ytterligare påpekar respondent 6 att det generellt sett pratas mer om vatten idag än för 10–15 år sedan och att alternativa sätt att få fram dricksvatten därigenom aktualiseras. Även respondent 4 påtalar att grundvattenproblematiken blivit mer aktuell och tagits upp på nyheterna nyligen.

Vissa respondenter lyfter också att makroekonomiska faktorer kan påverka förutsättningarna för nisch-innovationer som källsorterande avlopp att sprida sig till regimen. Respondent 5 säger att lågkonjunkturen gjort att många byggaktörer avskräckts vilket har bromsat projektet med att implementera källsorterande avloppssystem i Norra Djurgårdsstaden. Vidare betonar respondent 8 att en anledning till att källsorterande avlopp implementerats framgångsrikt i exempelvis Belgien är att vatten kostar mycket mer där än i Sverige där vatten är otroligt billigt. Aktörerna i Belgien kan sälja det renade vattnet till exempelvis tvålfabriker och har på så sätt helt andra ekonomiska incitament för att anta den nya innovationen i regimen än i Sverige där priserna på vatten är avsevärt lägre. Således verkar makroekonomiska faktorer som konjunkturläge och råvarupriser kunna både gynna och hämma nisch-innovationers förutsättningar att etablera sig i regimen.

Slutligen lyfter respondent 1 att lokala källsorterande lösningar skulle göra Knivsta mindre sårbart än en enda anslutningsledning till Käppalaförbundet sett ur ett geopolitiskt perspektiv. Hen påpekar att om något skulle hända med ledningen till Käppala så drabbas vattenförsörjningen i hela Knivsta medan lokala källsorterande lösningar gör stadsdelarna mer oberoende av varandra.

”Du kan ha flera anläggningar så att stadsdelarna är oberoende från varandra. Även om de går ihop i ett centralt system så har de fortfarande sitt eget reningsprocess. Händer någonting i någon stadsdel så påverkar det inte den andra. Och det är ju det som det är nu med Käppaledningen när vi kopplar ihop allting. Då blir hela Knivsta drabbat om någonting händer med överföringsledningen. Då sitter vi bokstavligen och håller på kanten, det kan man säga.” (Respondent 1)

Respondent 5 belyser på ett liknande sätt att centraliserade VA-system medför en säkerhetsrisk och att mer decentraliserade källsorterande lösningar har potential att bidra till bättre motståndskraft i samhället.

”Man har börjat prata jättemycket om det här med säkerhetsaspekterna kopplat till vatten- och avloppsförsörjningen med de risker som finns. Kan man ha mer decentraliserade lösningar så tror jag att man skulle kunna... så kanske man kan skapa någon slags resiliens i samhället också. Henriksdal i och för sig ligger nog bombsäkert i marken. Men just det här att allt man centraliserar finns ju också en risk för säkerhetsaspekter.” (Respondent 5)

Respondent 6 påpekar dock att det även finns nackdelar säkerhetsmässigt med källsorterande lösningar; i dessa typer av system hamnar vattenskyddsområdet plötsligt i människors lägenheter vilket blir sårbart om det kommer in en användare som har för avsikt att ställa till det. Eftersom det verkar finnas både för- och nackdelar med lokala, källsorterande VA-system ur ett säkerhetsperspektiv skulle ett förändrat geopolitiskt läge både kunna understödja och förhindra spridningen av denna typ av system i regimen.

5.4 Samspel mellan nisch, regim och landskap

För att förstå vilka hinder och möjligheter som finns för implementering av källsorterande avloppssystem i Knivsta blir det centralt att förstå hur de olika nivåerna i MLP, i synnerhet nisch och regim, interagerar med varandra. Landskapets påverkan på nisch och regim har inte i lika stor utsträckning kunnat undersökas i detta arbete eftersom det genomförts under en mycket begränsad tidsperiod och landskapsförändringar ofta sker över lång tid (Geels, 2011).

Fastän Oceanhamnsprojektet är ett exempel på hur en nisch-innovation som källsorterande avlopp framgångsrikt kan etablera sig i regimen finns ett flertal krockar mellan nisch och regim som utgör betydande hinder för implementering av källsorterande VA-system i Knivsta. Långsiktig planering, innovationsvilja och stark förankring och samordning bland ansvariga aktörer (som kommun, VA-bolag och energibolag) framträder från empirin som viktiga förutsättningar i regimen för att en nisch-innovation som källsorterande avloppssystem ska kunna etableras där. Dessa förutsättningar förefaller inte existera i Knivsta i samma utsträckning som i Helsingborg, Norra Djurgårdsstaden eller Visborg. Således gäller att även fast Oceanhamnsprojektets framgång påvisar innovationens tekniska genomförbarhet pekar empirin i detta arbete på att det inte är de tekniska aspekterna, utan kunskapsbyggnad tillsammans med organisatorisk samordning och politiskt stöd, som utgör de viktigaste faktorerna vid implementering. I dessa avseenden verkar förutsättningarna i Knivsta inte vara lika väl lämpade för spridning av en nisch-innovation, som källsorterande avloppssystem, som i exempelvis Helsingborg.

Vidare finns i Helsingborg, Norra Djurgårdsstaden och Visborg andra incitament för implementering av källsorterande avlopp än enbart kapacitetsbrist: ökad biogasutvinning i Helsingborg, ökad näringsåtervinning i Norra Djurgårdsstaden och sötvattenbrist i Visborg. Dessa förutsättningar har verkat försvagande för regimen och möjliggörande för nischen eftersom de konventionella system av vilka regimen består inte kunnat tillfredsställa dessa behov. I Knivsta har något behov eller incitament utöver kapacitetsbrist inte kunnat identifieras och således kommer regimen sannolikt inte att försvagas tillräckligt mycket för att nisch-innovationen ska få fäste och sprida sig. Viktigt att påpeka är emellertid att sådana behov kan utvecklas i Knivsta i framtiden eller rent av redan existerar fastän detta arbete inte lyckats identifiera dem. Ett sådant potentiellt framtida behov för lokala, källsorterande VA-system skulle kunna vara mer självständiga stadsdelar till följd av en förändrad geopolitisk situation. I nuläget verkar dock de behov som utgör viktiga möjligheter för implementering av källsorterande avlopp i andra delar av Sverige saknas i Knivsta. Idag verkar omvandlingstrycket från landskapet inte heller vara tillräckligt starkt för att regimen ska pressas till att anta nisch-innovationen källsorterande VA-system eftersom få av respondenterna upplever ökade krav från allmänheten till följd av klimatförändringarna. Detta är emellertid något som skulle kunna förändras i framtiden om effekterna av klimatförändringarna blir mer påtagliga, men likt andra landskapsförändringar tenderar dessa skiften att ske över lång tid.

Det som verkar vara det största hindret för implementering av källsorterande avloppssystem i Knivsta är alltså att det inte finns något tydligt behov eller incitament som katalyserar

anpassning i den befintliga regimen. Med enbart kapacitetsbrist som drivkraft kommer regimen sannolikt inte att destabiliseras tillräckligt för att källsorterande avloppssystem ska kunna etablera sig framgångsrikt där. Ytterligare utgörs en betydande barriär av att mycket tyder på att källsorterande avlopp, i alla fall inledningsvis, är ett dyrare alternativ än konventionella system. Även organisatoriska utmaningar och kunskapsbrist om dessa relativt nya tekniker i regimen begränsar implementeringsmöjligheterna för källsorterande avlopp i Knivsta. Höga initiala kostnader, samordning mellan aktörer och kunskapsbrist framhålls även av Jayaraj, Klarin & Ananthram (2024) som bromsande faktorer för spridningen av soleenergilagringssystem. På regimnivå lyfter Jayaraj, Klarin & Ananthram (2024) också politisk vilja som en viktig faktor som påverkar innovationens spridning i regimen vilket även detta arbete pekar på. Ett tydligt förankringsarbete med studiebesök för att lära sig från befintliga anläggningar verkar emellertid vara ett sätt att överkomma dessa hinder. På så sätt kan regimen genom erfarenhetsutbyte bli mer mottaglig för innovationen. Vidare utgör den förväntade befolkningstillväxten i Knivsta en möjlighet för att implementera källsorterande VA-system eftersom innovationen är betydligt enklare att införa i nybyggnationer än i befintliga bostäder. Just i det avseendet utgör regimen en trivsamt miljö för innovationen att sprida sig i. Därtill verkar det som att projektet i Helsingborg kan vara en möjliggörande faktor i och med den kunskapsdelning till andra delar av Sverige som sker. Som Berkeley et al. (2017) konstaterar verkar pilotprojekt på nischnivå alltså kunna driva sociotekniska omställningar. Likt Berkeley et al. (2017) identifieras i detta arbete de flesta hindren på regimnivå. De faktorer som i detta arbete identifieras som möjliggörande respektive hindrande för en socioteknisk omställning är väldigt lika de som Berkeley et al. (2017) och Jayaraj, Klarin & Ananthram (2024) pekar ut. Ytterligare berörs i detta arbete alla de fem faktorer (starkt politiskt stöd, gott samarbete mellan aktörer, god information till användarna, samarbete och erfarenhetsutbyte med liknande projekt och en gemensam vision mellan alla intressenter) som Schelbert et al. (2023) pekat ut som viktiga för en framgångsrik implementering av källsorterande avlopp. Även här verkar alltså detta arbetes resultat stämma väl överens med tidigare forskning.

Sammanfattningsvis pekar resultatet i detta arbete på att regimen i Knivsta inte är redo att anta källsorterande avloppssystem i dagsläget då möjligheterna för innovationen att etablera sig i regimen är färre än hindren. Den fungerande implementeringen av källsorterande avlopp på nischnivå i Helsingborg identifieras som en möjliggörande faktor för implementeringen i Knivsta, i synnerhet om studiebesök för kunskapsuppbyggnad arrangeras. Ytterligare utgör planerade nybyggnationer i Knivsta till följd av förväntad befolkningstillväxt en möjlighet för implementering eftersom innovationen är enklare att implementera i nya byggnader än i redan befintliga. Som främsta hinder identifieras avsaknaden av ett behov eller incitament som konventionella VA-system inte kan lösa. Vidare framträder organisatoriska utmaningar, kunskapsbrist och avsaknaden av politisk vilja som hinder för implementering på regimnivå. Därtill utgör tveksam ekonomisk lönsamhet och lagstiftning som främjar konventionella VA-system ytterligare barriärer för implementering. De flesta möjligheterna identifieras alltså på nisch- och landskapsnivå medan många hinder finns på regimnivå vilket också överensstämmer med tidigare forskning som använt MLP för att analysera sociotekniska omställningar (Berkeley et al., 2017; Jayaraj, Klarin & Ananthram, 2024).

6 Diskussion

6.1 Slutsatser

Detta arbete syftade till att undersöka vilka hinder och möjligheter som finns för att implementera källsorterande avloppssystem i Knivsta kommun. Som de främsta möjligheterna för en implementering framträder planerade nybyggnationer i Knivsta till följd av förväntad befolkningstillväxt och kunskapsutbyte med ett fungerande pilotprojekt i Helsingborg. Likväl identifieras betydande hinder i form av organisatoriska utmaningar, brist på incitament, ekonomisk osäkerhet, bristande politisk vilja och lagstiftning som understödjer konventionella lösningar. Sammantaget pekar resultatet således på att hindren överväger möjligheterna för en implementering av källsorterande avloppssystem i Knivsta i dagsläget. Viktigt att betona är emellertid att ett förändrat geopolitiskt läge eller ökade effekter av klimatförändringar skulle kunna driva fram behov, i Knivsta såväl som i andra kommuner i Sverige, till vilka källsorterande avlopp kan utgöra en framtida lösning. Eftersom långsiktig planering framstår som en viktig förutsättning för implementering av innovationer som källsorterande avlopp bör Knivsta och andra kommuner därför börja planera för att tackla framtida problem redan idag.

6.2 Vidare forskning

Empirin i detta arbete pekar på att det i flera avseenden finns otillräcklig kunskap om källsorterande avlopp idag, vilket inte är särskilt förvånande eftersom det i alla fall i Sverige är en relativt ny innovation. Komplexiteten i och kunskapsbristen kring kvantifiering av de ekonomiska aspekterna kring källsorterande avlopp framträder tydligt vilket indikerar att ytterligare forskning på det området behövs. Delvis är kalkyler på investeringskostnader för ett sådant projekt osäkra eftersom många variabler måste tas i beaktning och som dessutom helt beror på vald tekniklösning. Vidare blir beräkningarna för drift ännu mer komplicerade just på grund av att innovationen fortfarande är mycket ny och att det inte finns så många fall att ta lärdomar från. Det är svårt att veta vilka ekonomiska kostnader som kan dyka upp i framtiden och det går heller inte att helt estimerar livslängden på olika delar av systemet. I Sveriges fall går det visserligen att till viss del ta lärdomar från projektet i Oceanhamnen, men på grund av att varje lösning är skraddarsydd för kommunens ändamål går det inte att direkt använda Oceanhamnen som en förebild. Dessutom fungerar Reco Lab också mer som en demonstrationsanläggning för hela Sverige, vilket innebär högre kostnader för att säkerställa driften och trovärdigheten i tekniken, och således blir det svårt att generalisera kostnaderna i Oceanhamnen till andra kommuner i Sverige.

Ytterligare finns det behov av vidare forskning kring de långvariga effekterna som källsorterande avlopp medför. Eftersom tekniken är så pass ny och obeprövad i svensk kontext saknas kunskap om hur dessa system utvecklas över tid och vilka konsekvenser de får. Mycket ovisshet kvarstår idag kring hur källsorterande avloppssystem står sig mot konventionella system exempelvis miljömässigt och ekonomiskt. Det vore därför värdefullt att studera hur projektet i Oceanhamnen utvecklas över tid i de avseendena. Eftersom införande av källsorterande avlopp planeras i Visborg och även diskuteras i Norra

Djurgårdsstaden vore det också intressant att undersöka hur de implementeringsprocesserna går till, och hur de skiljer sig åt från demonstrationsprojektet i Oceanhamnen. På så sätt skulle jämförande studier i framtiden kunna analysera hur olika lokala förutsättningar påverkar utfallet av en implementering. Sådana studier skulle kunna komma till stor nytta för andra kommuner som överväger att implementera källsorterande avloppssystem eftersom det då finns flera olika fall att ta lärdomar från.

Slutligen har också bristande incitament och lagstiftning som understödjer det konventionella systemet visat sig vara hinder för implementering av källsorterande avloppssystem. VA-taxans utformning och det existerande regelverket är delvis anpassade till det dominerande, centraliserade systemet vilket komplicerar etableringen av mer lokala och cirkulära innovationer. Det skulle därför vara intressant att vidare undersöka vilka lagändringar och ekonomiska styrmedel som skulle kunna främja en framtida implementering. På så sätt skulle framtida forskning kunna utvärdera hur konkreta åtgärder som lagändringar och subventioner påverkar omställningar mot mer resurseffektiva system.

6.3 Teoretiska implikationer och begränsningar med arbetet

Genom att använda MLP kunde komplexiteten i implementeringen av en innovation i detta arbete systematiseras eftersom analysen struktureras i tre nivåer. Analysen av dynamiken dessa nivåer emellan belyser således komplexiteten i en omställning, och inte specifikt just för källsorterande avloppssystem. Att MLP i detta arbete applicerats på VA-sektorn visar därtill att teorin är tillämpbar på omställningar i andra sektorer än energi och transport som undersökts tidigare (Berkeley et al., 2017; Jayaraj, Klarin & Ananthram, 2024). Eftersom resultatet i detta arbete i stor utsträckning liknar tidigare forskning där MLP använts för att analysera sociotekniska omställningar i andra sektorer (Berkeley et al., 2017; Jayaraj, Klarin & Ananthram, 2024) finns det anledning att tro att de möjligheter och hinder som identifierats inte är specifika för VA-sektorn i Knivsta utan även kan gälla andra innovationer. Ytterligare bör även andra kommuner än Knivsta kunna ta lärdomar från arbetet om vilka förutsättningar som är viktiga för att en innovation ska kunna implementeras på ett framgångsrikt sätt. MLP utgör emellertid till stor del ett makroperspektiv, varför konflikter inom respektive nivå riskerar att förbises. Således kan såväl spänningsförhållanden som synergier mellan aktörer inom exempelvis regimen (som VA-bolag, energibolag, kommun och byggföretag) ha försummats. Därtill finns med valet av MLP som teoretiskt ramverk en risk att individens roll i den sociotekniska omställningen inte belyses tillräckligt.

Vidare utgörs en central metodologisk svaghet i detta arbete av det begränsade empiriska underlaget i form av enbart nio semistrukturerade intervjuer, vilket påverkar resultatens överförbarhet och generaliserbarhet. I synnerhet har endast en respondent intervjuats för att ge en direkt bild av användarperspektivet vilket kan ses som en brist. Ytterligare har intervjuerna genomförts med personer som är direkt involverade i utvecklingen av källsorterande VA-system och som i flera fall även tidigare deltagit i liknande forskningsprojekt. Det innebär att respondenterna sannolikt är både mer insatta i ämnet och mer positivt inställda till tekniken än en genomsnittlig aktör inom VA-sektorn. Detta skapar en potentiell bekräftelsebias, där de erfarenheter och uppfattningar som framkommer i intervjumaterialet tenderar att ligga nära

etablerad teori och tidigare forskning vilket i sig inte är problematiskt, men bör problematiseras. Att resultaten stämmer väl överens med tidigare forskning kan alltså delvis förklaras av respondenturvalet snarare än att de utgör oberoende empiriska belägg. Det faktum att flera av respondenterna har varit delaktiga i tidigare studier innebär att gränsen mellan teori och empiri riskerar att suddas ut, vilket är en potentiell svaghet med arbetet. En annan brist är att respondenterna som intervjuades kan ha en lojalitetsbias eftersom många är med och bedriver eller forskar på källsorterande avlopp. För att motverka detta hade arbetet kunnat inkludera perspektiv från aktörer med en mer kritisk hållning till källsorterande VA-system, som fastighetsägare, politiker i opposition eller teknisk driftpersonal med erfarenhet av problem i systemen. Ett bredare och mer heterogent urval hade därigenom kunnat skapa större variation i empirin och stärkt arbetets trovärdighet.

Slutligen innebär avsaknaden av metodtriangulering att resultatens validitet begränsas. Arbetet hade blivit mer trovärdigt om de kvalitativa intervjuerna kompletterats med andra datainsamlingsmetoder, exempelvis en enkätundersökning riktad till boende i områden med källsorterande VA-system eller systematiska observationer av hur källsorterande avloppssystem faktiskt används i praktiken. Genom att komplettera detta kvalitativa arbete med kvantitativ forskning skulle resultatet därigenom kunna bli mer generaliserbart. Ett sådant tillvägagångssätt hade både stärkt resultaten genom ökad empirisk bredd och möjliggjort en mer nyanserad förståelse av skillnader mellan intention och faktisk användning.

7 Referenser

- Ahrne, Göran & Svensson, Peter (2022a). Kvalitativa metoder i samhällsvetenskapen. I: Ahrne, Göran & Svensson, Peter (red.) *Handbok i kvalitativa metoder*. 3:e uppl. Stockholm: Liber, s. 8–16.
- Ahrne, Göran & Svensson, Peter (2022b). Att designa ett kvalitativt forskningsprojekt. I: Ahrne, Göran & Svensson, Peter (red.) *Handbok i kvalitativa metoder*. 3:e uppl. Stockholm: Liber, s. 24–39.
- Bannigan, Katrina & Watson, Roger (2009). Reliability and validity in a nutshell. *Journal of Clinical Nursing*, 18(23), s. 3237 – 3243. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2009.02939.x>
- Berkeley, Nigel, Bailey, David, Jones, Andrew & Jarvis, David (2017). Assessing the transition towards battery electric vehicles: A Multi-Level Perspective on drivers of, and barriers to, take up. *Transportation Research Part A: Policy & Practice*, 106, s. 320–332. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.10.004>
- Bibri, Simon Elias & Krogstie, John (2017). Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review. *Sustainable Cities and Society*, 31, s. 183–212, <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.02.016>
- Blomkvist, Pär & Hallin, Anette (2014). *Metod för teknologer: Examensarbete enligt 4-fasmodellen*. Lund: Studentlitteratur.
- Budde Christensen, Thomas (2021). Towards a circular economy in cities: Exploring local modes of governance in the transition towards a circular economy in construction and textile recycling, *Journal of Cleaner Production*, 305, Artikel 127058, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127058>
- Clarke, Victoria & Braun, Virginia (2016). Thematic analysis. *The Journal of Positive Psychology*, 12(3), s. 297–298, <https://doi.org/10.1080/17439760.2016.1262613>
- de Fine Licht, Karl (2023). *Rättvisa och skälighet – om olika sätt att fördela kostnaderna för VA*. SVU-rapport 2023–14. Stockholm: Svenskt Vatten. <https://vattenbokhandeln.svensktvatten.se/wp-content/uploads/2024/03/svu-rapport-2023-14.pdf> [Hämtad: 2025-03-31].
- Eisenhardt, Kathleen (2021). What is the Eisenhardt Method, really? *Strategic Organization*, 19(1), s. 147–160. <https://doi.org/10.1177/1476127020982866>
- Eriksson-Zetterquist, Ulla & Ahrne, Göran (2022). Intervjuer. I: Ahrne, Göran & Svensson, Peter (red.) *Handbok i kvalitativa metoder*. 3:e uppl. Stockholm: Liber, s. 56–78.

FN, Förenta Nationerna (2023). *Mål 11 – hållbara städer och samhällen*. FN-fakta nr 3/23. <https://fn.se/wp-content/uploads/2023/09/3-23-Mal-11.pdf> [Hämtad: 2025-04-03].

Geels, Frank W. (2011). The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1(1), s. 24–40, <https://doi.org/10.1016/j.eist.2011.02.002>

Geels, Frank W. (2019). Socio-technical transitions to sustainability: a review of criticisms and elaborations of the Multi-Level Perspective. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 39, s. 187–201, <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.06.009>

Gullberg, Ylva & Eriksson, Ola (2025). Environmental impact from circular and self-sufficient neighbourhoods from a life-cycle perspective. *Sustainable Production and Consumption*, 55, s. 170–184, <https://doi.org/10.1016/j.spc.2025.02.019>

Gullberg, Ylva, Samuelsson, Karl & S. Anders, Brandt (2023). Key perceptions associated with attitudes towards water reuse in a Swedish town. *Water Reuse*, 13(4), s. 507–524. <https://doi.org/10.2166/wrd.2023.010>

Haller, Henrik, Fagerholm, Anna-Sara, Carlsson, Peter, Skoglund, Wilhelm, van den Brink, Paul, Danielski, Itai Brink, Kristina, Mirata, Murat & Englund, Oskar (2022). Towards a Resilient and Resource-Efficient Local Food System Based on Industrial Symbiosis in Härnösand: A Swedish Case Study. *Sustainability*, 14, no. 4: 2197. <https://doi.org/10.3390/su14042197>

Hartley, Jean (2004). Case Study Research. I: Cassell, Catherine & Symon, Gillian (red.). *Essential Guide to Qualitative Methods in Organizational Research*. SAGE Publications Ltd. <https://doi.org/10.4135/9781446280119.n26>

Haughton, Graham & Hunter, Colin (2003). *Sustainable cities*. London: Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9780203645567/sustainable-cities-graham-haughton-colin-hunter> [Hämtad: 2025-04-03].

Hekkert, Marko, Suurs, Roald, Negro, Simona, Kuhlmann, Stefan & Smits, Ruud (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological Forecasting and Social Change*, 74(4), s. 413–432, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2006.03.002>

Jayaraj, N., Klarin, A. & Ananthram, S. (2024). The transition towards solar energy storage: a multi-level perspective. *Energy Policy*, 192, Artikel 114209. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2024.114209>

Knivsta kommun (2016). *Grönstrukturplan*. <https://knivsta.se/download/18.4e1a93b016d8b57a913279d0/1570794296262/Gr%C3%B6nstrukturplan%20Knivsta%20kommun%202016.pdf> [Hämtad: 2025-04-04].

Knivsta kommun (2023). *Hållbar kommun*. <https://knivsta.se/knivsta-utvecklas/knivsta-utvecklas/samhallsutveckling/projekt-om-hallbar-samhallsutveckling/hallbar-kommun> [Hämtad: 2025-04-04].

Knivsta kommun (2024). *Knivstas befolkning*. <https://knivsta.se/knivsta-utvecklas/knivsta-utvecklas/samhallsutveckling/befolkningsutveckling> [Hämtad: 2025-04-01].

Knivsta kommun (2025). *Framtidens VA i Knivsta kommun - anslutning till Käppalaförbundet*. <https://knivsta.se/bygga-bo-och-miljo/vatten-och-avlopp/framtidens-va-i-knivsta-kommun---anslutning-till-kappalaforbundet#:~:text=Hur%20mycket%20kostar%20anslutningen%3F,i%20balansr%C3%A4kningen%20som%20en%20tillg%C3%A5ng> [Hämtad: 2025-04-04].

Kvarnström, Elisabeth, Lennartsson, Maria & Widén, Amanda (2023). *Planeringshandbok för källsorterande avloppssystem i urbana områden*. <https://www.macrosystem.se/wp-content/uploads/2022/10/Planeringshandbok-for-kallsortera-nde-avloppssystem-i-urbana-omraden-2022-06-15.pdf>.

Kärrman, Erik, Kjerstadius, Hamse, Davidsson, Åsa, Hagman, Marinette & Dahl, Sofia (2017). *Källsorterande system för spillvatten och matavfall – erfarenheter, implementering, ekonomi och samhällsnytta*. Sverige: Svenskt vatten AB. Svenskt Vatten Utveckling 2017–04. http://vav.griffel.net/filer/SVU-rapport_2017-04.pdf [Hämtad 2025-03-31].

MACRO (2023). *Systemutveckling av lokala sorterande avloppssystem*. https://www.macrosystem.se/wp-content/uploads/2023/11/Systemutveckling-av-lokala-sorterande-avloppssystem_230322.pdf [Hämtad: 2025-03-31].

Naturvårdsverket (2018). *Rening av avloppsvatten i Sverige 2018*. Rapport 8866. Stockholm: Naturvårdsverket. <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1564083/FULLTEXT01.pdf> [Hämtad: 2025-03-28]

Neuman, Michael (2020). Infrastructure Is Key to Make Cities Sustainable. *Sustainability*, 12(20), Artikel 8308. s. 1–17. <https://doi.org/10.3390/su12208308>

NSVA (2025). *Världsvattendagen den 22 mars 2025*. https://nsva.se/wp-content/uploads/2025/03/varldsvattendagen_helaoh_2025_final.pdf [Hämtad 2025-04-01].

Rennstam, Jens & Wästerfors, David (2022). Att analysera kvalitativt material. I: Ahrne, Göran & Svensson, Peter (red.) *Handbok i kvalitativa metoder*. 3:e uppl. Stockholm: Liber, s. 244–260.

Statistiska centralbyrån. (2024). *Göteborg och Trosa beräknas växa mest i landet*. <https://www.scb.se/pressmeddelande/goteborg-och-trosa-beraknas-vaxa-mest-i-landet/> [Hämtad: 2025-04-01].

Schelbert, Vasco, Lüthi, Christoph, Binz, Christian & Miörner, Johan (2023). *“Tre-Rör-Ut” in Helsingborg, Sweden*. Sverige: Eawag. Lighthouse Synthesis Report. www.sandec.ch/lighthouse [Hämtad: 2025-03-31].

Smith, Adrian, Voß, Jan-Peter & Grin, John (2010). Innovation studies and sustainability transitions: The allure of the multi-level perspective and its challenges. *Research Policy*, 39(4), s. 435–448, <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.01.023>

Soutukorva Swanberg, Åsa & Nordzell, Henrik (2022). *Samhällsekonomisk analys av sorterande avloppssystem*. Stockholm: Ramboll Sverige AB. MACRO 3. https://www.macrosystem.se/wp-content/uploads/2022/10/Slutversion_CBA_VA_NDS_220513.pdf [Hämtad: 2025-04-02].

Svenskt Vatten (2014). *Fakta om vatten och avlopp*. Stockholm: Svenskt Vatten. <https://nvk.se/download/18.3e70edcb175d7059a13447b/1606225698562/Fakta%20om%20vatten%20och%20avlopp.pdf> [Hämtad: 2025-03-28]

8 Bilagor

8.1 Bilaga A: Intervjuguide

Samtycke

- Är det okej att denna intervju spelas in och transkriberas för att sedan användas i uppsatsen?

Bakgrund

- Berätta lite om dig själv och vad du gör.

Det konventionella VA-systemet

- Kan du beskriva dagens avloppssystem, vilka är de viktigaste aktörerna?
- Vilka styrkor och svagheter finns i dagens system?
- Har ni utvärderat några andra, alternativa lösningar? Hur gick den processen till?

Källsorterande avloppssystem

- Vad ser du som de största fördelarna och nackdelarna med källsorterande avlopp (ekonomiskt, miljömässigt, säkerhetsmässigt etc.)?
- Hur upplever du kommunens/din organisations inställning till och kunskap om källsorterande avlopp?
- Vad tror du är det svåraste med att införa källsorterande avlopp i en kommun?
- Vilka fördelar kan finnas med att införa källsorterande avlopp i en kommun?
- Vad tror du skulle kunna vara viktiga faktorer för att kunna implementera källsorterande avlopp på ett framgångsrikt sätt?
- Hur ser förutsättningarna för en implementering av källsorterande avlopp ut organisatoriskt? Vad finns det för potentiella svårigheter och möjligheter?
- Hur påverkar nuvarande regler, lagar och standarder er möjlighet att arbeta med alternativa lösningar som källsorterande avlopp?

Externa faktorer / användaracceptans

- Hur tror du att användarna kommer uppleva/hur har användarna upplevt det nya systemet? Måste de anpassa sig till det nya systemet på något sätt?
- Upplever du att det finns ett ökat tryck eller stöd för hållbara eller cirkulära lösningar som påverkar er?
- Finns det externa faktorer som har påverkat er satsning (till exempel nationella miljömål, klimatförändringar, befolkningstillväxt, samhällstrender)?

Avslutning

- Är det okej att vi kontaktar dig igen om vi har följdfrågor?
- Vill du ta del av vårt arbete när det är färdigt?

8.2 Bilaga B: Kodningsschema

Respondent	Citat	Koder	Tema	Associerad MLP-nivå
R8	”Det man också gjorde i den förankringsgruppen som jag tror var jätteviktigt var att man åkte på studieresor. För då fanns det källsorterande system i Nederländerna i väldigt liten skala.”	Studieresor; demonstrationsprojekt; innovation	Förankringsarbete	Nisch
R5	”I hela processen, planerings- och genomförandeprocessen, behöver man ha med alla som kommer att ha del eller ansvar för hela kedjan. Ju tidigare man har med dem, desto bättre är det. Och sen så tror jag att det är fortfarande, egentligen med alla teknikskiften så krävs det att man får en dialog. En dialog med alla involverade aktörer hela tiden. Så att man också kan hantera det som blir frågeställningar och rädslor och frågetecken.”	Planering; genomförande; samordning av aktörer; kommunikation mellan aktörer	Förankringsarbete	Nisch
R5	”Det är jättemånga frågor som vi jobbar med som vi inte har vetat hur vi ska komma vidare. Det har varit ett kunskapsutvecklingsprojekt hela vägen inom energifrågor, inom grönytefrågor, byggfrågor, inom VA-frågor, avfallsfrågor. Allting har varit ’vi vet inte hur vi ska lösa det här, men vi ska göra det’”	Kunskapsbrist; lärandeprocess; ovisshet	Kunskapsuppbyggnad	Nisch
R5	”Kunskap skulle jag säga, det skaffar man sig om man vill nå något. Det är inte det som är, utan det är viljan till förändring och att det behövs en förändring skulle jag säga.”	Förändringsbenägenhet; kunskapsanskaffning; behov av förändring	Kunskapsuppbyggnad	Nisch
R7	”Men då i det var ju en förutsättning, då var det framförallt biogasproduktion man tittade på. Man ville liksom öka energidelarna var det som var fokus då. Och då var ju en förutsättning för att få högre biogas så var ju	Biogas; energi; svartvatten; vakuumteknik	Teknik	Nisch

	att det var, svartvatten framförallt var koncentrerat och då var ju vakuum det som liksom var en förutsättning för det.”			
R5	”Källsorterande avloppssystem är inte en lösning. Man kan dela upp avloppet på lite olika sätt. Beroende på hur man delar upp det och vad man vill ta hand om så blir det lite olika förutsättningar”	Källsorterande avlopp; olika tekniska lösningar	Teknik	Nisch
R4	”Samarbetet med kommunen och politiken tycker jag fungerar bra, det fungerar som det ska.”	Samarbete mellan kommun och politik	Organisatoriska aspekter	Regim
R7	”Men det är lite kryptiskt egentligen vad som hände när det beslutet togs men om man läser mellan raderna så var det att avfallsbolaget äger matavfallet, vi på NSVA och Spillvatten-bolaget äger svartvattnet. Så då var det enklast att ha en ledning för varje.”	Ansvarsfördelning; beslut	Organisatoriska aspekter	Regim
R6	”Det är ju dyrare, det blir ju dyrare än om man inte har dubbla rör. För oss, så är det, det kostar mer. Men vi har ju andra saker som gör, på det här området som gör, som kostar också när det gäller VA. För att det är ett svårt område att bygga på över huvud taget. Så att det är inte så att just dubbla rör sticker ut mycket mer än andra ökade kostnader”	Ökade kostnader; dubbla rör	Ekonomi	Regim
R8	“[...] Men sen om det här med lokal rening. Jag tycker svartvattenrening, min åsikt är att det är bättre ju större det blir. Det blir billigare, det blir bättre ju större det är. Helst hela stan.”	Lokal rening; svartvattenrening; ekonomiska kostnader; skalfördelar	Ekonomi	Regim
R1	“Men man har ju valt nu att lägga en ledning till Käppala. Den ska ju då ersätta det befintliga reningsverket och egentligen kunna svara mot all den utbyggnad som vi får, åtminstone i tätort, inte på landsbygd.”	Käppalaledningen; reningsverk; utbyggnad; tätort; landsbygd; kapacitetsbrist	Infrastruktur	Regim

R2	”Men det hänger faktiskt också ihop med den fysiska begränsningen som reningsverket utgör idag. Så redan då, 2021, så var man tvungen att börja prioritera ganska hårt i vilka detaljplaner man skulle släppa fram. Kommunen valde till exempel att pausa flera av sina egna detaljplaner och släppa fram andra som kanske hade legat och väntat längre och som man bedömde kunde rymmas inom det nuvarande reningsverkets kapacitet.”	Kapacitetsbrist; reningsverk; detaljplaner	Infrastruktur	Regim
R4	”Ja, jag kan det inte exakt, men vi har väl typ 100–500 lagar som påverkar vår verksamhet. Som vi förhåller oss till, men främst är det lagen om allmänna vattentjänster som vi förhåller oss till. Eller som 99% av vårt arbete går ifrån.”	Lagstiftning; lagen om allmänna vattentjänster	Politik & regleringar	Regim
R8	”För det är också så att ju mindre du bygger, och beroende på vilken recipient du har, desto hårdare krav får du ju på hur långt du behöver rena gråvattnet.”	Skala; recipient; lagkrav; rening; grävttten	Politik & regleringar	Regim
R9	”Det märks inte att man bor i ett hus med källsorterande avlopp. Det är väl att vakuumtoaletten låter som ett SJ-tåg och att det ibland blir driftstopp om någon spolat ner något dumt men i övrigt är det som vilket hus som helst”	Användarupplevelse; acceptans; källsorterande avlopp; vakuumtoalett; driftstopp	Användarperspektiv	Regim
R9	”Jag har väldigt lite koll på källsorterande avlopp. Jag visste sen innan att jag bor i ett hus där toaletterna ska vara extra miljövänliga, men fick ingen direkt information om det när jag flyttade in för två år sedan.”	Kunskap hos slutanvändare; information; miljömedvetenhet	Användarperspektiv	Regim
R1	”Och de källsorterade lösningarna hade vi inte egentligen kompetens att utreda. Så det kunde de inte lämna något vettigt resultat på egentligen för att ta beslut kring det.”	Källsorterande avlopp; kunskapsbrist; beslutsfattande	Kunskapsläge	Regim

R4	”I en annan teknik mot det vi använder idag så behövs en kunskap, är det befintlig personal, på den kunskapen om hur man ska drifva de här anläggningarna? Eller om vi behöver utöka vår organisation för att kunna drifva anläggningar med folk som är specialiserade på det här?”	Kunskap; teknik; kompetent personal; specialisering	Kunskapsläge	Regim
R1	”Du kan ha flera anläggningar så att stadsdelarna är oberoende från varandra. Även om de går ihop i ett centralt system så har de fortfarande sitt eget reningsprocess. Händer någonting i någon stadsdel så påverkar det inte den andra. Och det är ju det som det är nu med Käppaledningen när vi kopplar ihop allting.”	Lokala system; centraliserade system; säkerhet; oberoende; Käppaledningen	Geopolitisk säkerhet	Landskap
R5	”Nej, alltså det område som vi utredde då, det har inte byggts än. Det är det vi ska bygga nu. Anledningen till det är att dels så kom den här lågkonjunkturen in, där byggaktörerna blev väldigt rädda så att de drog sig tillbaka.”	Nybyggnation; lågkonjunktur	Makroekonomi	Landskap