



SAMHÄLLSBYGGNAD &  
BIOEKONOMI OCH HÄLSA  
URBAN WATER MANAGEMENT  
& KRETSLOPPSTEKNIK



## Förstudie för testbädd för dagvattenanläggningar

Josefine Klingberg & Elin Kusoffsky

RISE Rapport : 2021:27

# Förstudie för testbädd för dagvattenanläggningar

Josefine Klingberg & Elin Kusoffsky

# Abstract

## **Prestudy of testbed for stormwater facilities**

The awareness of, and need for, limiting the discharge of pollutants from stormwater to recipients is growing. However, it is a complex decision for customers to choose stormwater facilities as there is a variety of technical solutions on the market that often are marketed by the manufacturer with high levels of purification and little need for maintenance. In Sweden, there is currently no national standard for tests of the purification function of stormwater facilities. There are also no test sites for standardized third-party tests.

This project is a prestudy of a testbed for prefabricated compact stormwater facilities. The testbed will, when constructed, be able to ease the decision-making process of selection of measures for sustainable stormwater management. The testbed will also give manufacturers the opportunity to test and verify the function of their solutions under standardized conditions.

In parallel with this project, a project has been carried out with the aim of updating the proposed standard for prefabricated compact stormwater facilities with the goal of a new Swedish national standard. The purpose of the planned testbed is to perform tests according to the proposed standard.

The prestudy has been carried out through three project objectives:

1. Three different options for possible placement of a test bed have been investigated and compared. The alternatives are (1) integrate into the existing test bed for small-scale sewage treatment in Uppsala, (2) construct the test bed next to the RISE office and workshop in Uppsala and (3) construct the test bed as a mobile container solution that can be placed according to alternative 1 or 2 for independent testing, borrowed to technology manufacturers for development work or placed in fields for technology evaluation or research projects.
2. Examine how the test bed should be constructed to achieve a layout according to the proposed standard.
3. Through an interview study, gather experiences from six existing and/or previous testbeds in the VA technology area to learn lessons/avoid similar mistakes.

Together with the parallel project to develop the proposed standard, a workshop with approximately 30 participants and a questionnaire study with 12 participants have been carried out.

**Key words:** Testbed, stormwater, standard, compact prefabricated stormwater facilities

RISE Research Institutes of Sweden AB

RISE Rapport : 2021:27

ISBN: 978-91-89385-12-2

Uppsala

# Innehåll

<b>Abstract</b> .....	<b>2</b>
<b>Innehåll</b> .....	<b>3</b>
<b>Förord</b> .....	<b>4</b>
<b>Sammanfattning</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Bakgrund</b> .....	<b>6</b>
<b>2 Syfte och mål</b> .....	<b>7</b>
<b>3 Metod</b> .....	<b>7</b>
<b>4 Upplägg enligt föreslagen standard</b> .....	<b>7</b>
4.1 Utvärdering av förmågan att rena och kvarhålla partikelbundna föroreningar	8
4.2 Utvärdering av förmåga att rena och kvarhålla lösta metaller och näringsämnen .....	9
<b>5 Alternativ för placering</b> .....	<b>10</b>
5.1 Alternativ A: Lokalisering vid testbädd för småskalig avloppsrening.....	10
5.2 Alternativ B: Lokalisering i Ultuna i anslutning till RISE kontor .....	13
5.3 Alternativ C: Mobil pilotanläggning med flexibel uppställningsplats.....	14
5.4 Andra alternativa placeringar för testbädd .....	16
<b>6 Testbäddens upplägg</b> .....	<b>16</b>
6.1 Inkommande vatten.....	16
6.2 Tillsats av föroreningar .....	18
6.3 Provtagning.....	20
6.4 Materialval .....	22
6.5 Utgående vatten .....	22
6.6 Skötsel av testbädd .....	25
6.7 Anläggningar för återanvändning av vatten .....	25
6.8 Anläggningar för BDT-vatten .....	25
6.9 Storlek på anläggning som testas .....	26
6.10 Övriga egenskaper hos testbädden .....	26
<b>7 Erfarenhetssammanställning</b> .....	<b>26</b>
7.1 Erfarenheter från befintliga och tidigare testbäddar.....	26
7.2 Intervjuade testbäddar .....	28
<b>8 Enkätstudie</b> .....	<b>32</b>
8.1 Resultat från enkätstudie.....	33
<b>9 Resultat från workshop</b> .....	<b>36</b>
<b>10 Slutsatser</b> .....	<b>37</b>
10.1 Vidare arbete.....	38

# Förord

**Under arbetet med denna rapport har många personer bidragit och spelat en viktig roll.**

Författarna vill tacka referensgruppen som bidragit med viktig kunskap och bra vägledande diskussioner på möten och på workshopen. Många deltagare har också bidragit med ovärderlig kunskap till intervjustudien. Tack till referensgruppen som bestod av:

- Gilbert Svensson (Rent Dagvatten)
- Matthias Borris (Trafikverket)
- Vilhelm Feltelius (VA-guiden)
- Tanja Hasselmark Mason (Scandinavian Green Roof Institute)
- Helene Sörelius (RISE, enhet Urban Water Management)
- Brita Stenvall (RISE, enhet Urban Water Management)

Vi vill också tacka de övriga deltagarna i den workshop som hölls tillsammans med projektet *Klassning av dagvattenreningsanläggningar*. Tack även till deltagare i enkätstudien och intervjustudien.

Tack till Magnus Arnell (RISE enhet Urban Water Management) för information och diskussion om vattenreningstekniker. Även tack till Emelie Ljung, Elin Ulinder, Anders Ringmar och Gustav Rogstrand (RISE enhet Kretsloppsteknik) har bidragit med värdefull kunskap inför och under projektet.

Tack till finansiären för studien, Naturvårdsverket.

# Sammanfattning

Medvetenhet om, och behov av, att begränsa utsläppet av föroreningar från dagvatten för att skydda recipienter växer. Det är dock ett komplext beslut för beställare att välja teknik för ett användningsområde då det finns en variation av tekniska lösningar på marknaden som ofta av tillverkaren marknadsförs med höga reningsgrader och litet underhållsbehov. I Sverige saknas idag en nationell standard för tester av dagvattenanläggningars reningsfunktion. Det saknas också testplatser för standardiserade tredjepartstest. Detta försvårar ytterligare för både beställare/kravställare och teknikleverantörer eftersom olika tekniklösningars reningseffekt ej går att jämföra objektivt.

Detta projekt är en förstudie för en testbädd för prefabricerade kompakta dagvattenanläggningar som när den anläggs ska kunna underlätta beslutsprocessen vid upphandling, val och prioritering av åtgärder för en hållbar dagvattenhantering. Testbädden kommer dessutom ge tillverkarna möjlighet att testa och verifiera funktionen av sina lösningar under standardiserade förhållanden. För andra lösningar för vattenrening, t.ex. rening av enskilda avlopp med minireningsverk finns standard och testbäddar i Sverige, vilket används av tillsynsmyndigheter i tillståndsgivande och tillsyn, något som idag saknas för dagvattenlösningar.

Parallellt med detta projekt har ett projekt utförts med syfte att uppdatera förslaget till standard för prefabricerade dagvattenanläggningar med mål för en ny svensk nationell standard. Den planerade testbädden har till syfte att utföra tester enligt den föreslagna standarden.

Förstudien har genomförts genom tre delar, tillika projektmål, vilka är:

1. Tre olika alternativ för möjlig placering av en testbädd har undersökts och jämförts. Alternativen är (1) integrera i befintlig testbädd för småskaliga avloppsrening i Uppsala, (2) anlägga testbädden invid RISE kontor och verkstad i Uppsala och (3) anlägga testbädden som en mobil containerlösning som kan placeras enligt alternativ 1 eller 2 för oberoende tester, lånas ut till tekniktillverkare för utvecklingsarbete eller placeras i fält för teknikutvärdering eller forskningsprojekt.
2. Undersöka hur testbädden bör anläggas för att uppnå upplägg enligt föreslagen standard med avseende på bland annat vattenkvalitet på vatten som leds in i anläggningen som testas, hantering av vatten som leds ur anläggningen som testas, tillsats av föroreningar och provtagning. Möjlighet att bygga in en flexibilitet i testbädden så att den även kan användas för test av bad-, disk- och tvättanläggningar och andra vattenreningsanläggningar har undersökts.
3. Genom intervjustudie samla erfarenheter från sex befintliga och/eller tidigare testbäddar inom VA-teknikområdet för att ta lärdomar/undvika liknande misstag.

Tillsammans med det parallellt pågående projekt om att utveckla föreslagen standard har en workshop med cirka 30 deltagare och en enkätstudie med 12 deltagare genomförts.

# 1 Bakgrund

Att avleda dagvatten till närmaste recipient utan hänsyn till vare sig dagvattnets kvalitet eller recipientens känslighet har under en lång tid varit det vanligaste sättet att hantera dagvattnet. Dagens kunskap om att dagvatten kan vara både akut toxiskt och ha en skadlig inverkan på miljön på längre sikt har ändrat hanteringen av dagvatten och ökat efterfrågan på hållbara lösningar.

Medvetenhet om, och behov av, att begränsa utsläppet av föroreningar från dagvatten för att skydda recipienter växer. Nya tekniska lösningar presenteras kontinuerligt på marknaden och marknadsförs av olika tillverkare som ofta utlovar höga reningsgrader och litet underhållsbehov. Dock har det sällan utförts oberoende tredjepartstester som visar reningseffektiviteten av anläggningarna. Det är därför ett komplext beslut för slutanvändaren att välja rätt teknik och/eller tillverkare för ett speciellt användningsområde och syfte samtidigt som reningfunktionen säkerställs.

Standardiserade tester av tekniska lösningar, utförda av en oberoende tredje part, skulle kunna underlätta valet av teknik för slutanvändaren, såsom kommuner, fastighetsägare och exploatörer. Detta skulle underlätta beslutsprocessen vid upphandling, val och prioritering av åtgärder för en hållbar dagvattenhantering. Tillverkarna skulle ges möjlighet att testa och verifiera funktionen av sina lösningar under standardiserade förhållanden och resultat kan jämföras med andra lösningar på marknaden. Detta anses vara positivt för utvecklingen av tekniska lösningar i Sverige.

Som ett steg i denna riktning har ett förslag på standard för utvärdering av prefabricerade dagvattenanläggningars funktion tagits fram i det Vinnova-finansierade projektet Testbädd för rening och fördröjning av dagvatten (Borris et al., 2019<sup>1</sup>). Detta arbete leddes av RISE och togs fram i dialog med en expertgrupp av representanter från kommunala förvaltningar och statliga myndigheter som berörs av frågan. I framtiden ställs inga krav på anläggningens funktion (t.ex. reningsevne) utan i standarden har en testmetod för utvärdering och redovisning av anläggningens tekniska funktion definierats. En dialog och ett arbete pågår (mars 2021) med Svenska Institutet för Standarder (SIS) om att utveckla förslaget på standard till en ny svensk nationell standard (SNS).

För att testa anläggningar enligt en framtiden testmetod krävs en testbädd där dagvattenanläggningar under standardiserade förhållanden kan testas av en oberoende tredje part. För tillverkarna själva finns också en alternativ användning av testbädd för produktutveckling och/eller verifiering av resultat i en definierad miljö. Ett behov av en testbädd för bad-, dusch- och tvättvattenanläggningar (BDT-vattenanläggningar) har också identifierats, varpå samlokalisering av dessa olika testbäddar kan ge fördelar. Det kan också finnas fördelar att uppföra en sådan testbädd i anslutning till redan befintlig testbädd för att kunna samordna drift-, underhålls- och provtagningsbehov.

För att säkerställa lämplig och möjlig plats för anläggande och utformning av en testbädd för dagvatten har denna förstudie finansierad av Naturvårdsverket

---

<sup>1</sup> Borris, M. 2019. Branschstandard för utvärdering av prefabricerade dagvattenanläggningars funktion. Branschstandard, opublicerad.

genomförts. Förstudien har identifierat vad som krävs för att upprätta och driva en testbädd för dagvatten genom att besvara och/eller lyfta både praktiska och teoretiska frågor.

## 2 Syfte och mål

Syftet med projektet var att genomföra en förstudie som undersöker hur och var man kan anlägga och lokalisera en testbädd för dagvattenanläggningar som kan genomföra test enligt framtagna standard, samt att översiktligt undersöka om en sådan testbädd med fördel kan samköras med test av BDT-vattenanläggningar.

Specifika mål med förstudien är:

1. Undersöka alternativ för möjlig placering av en sådan testbädd
2. Undersöka hur testbädden bör anläggas för att uppnå upplägg enligt föreslagen standard
3. Samla erfarenheter från befintliga och/eller tidigare testbäddar inom VA-teknikområdet, för att ta lärdomar/undvika liknande misstag

## 3 Metod

Projektet har byggts upp av fyra huvudaktiviteter som samtliga kopplar an till förstudiens mål och löper parallellt:

1. Möjlig placering av testbädd undersöks
2. Hur testbädden bör anläggas för att uppnå upplägg enligt föreslagen standard undersöks
3. Erfarenheter från befintliga och/eller tidigare testbäddar inom VA-teknikområdet sammanställs
4. Resultat sammanställs i en rapport som fungerar som underlag vid upprättande av testbädd

Frågeställningarna har besvarats genom litteraturstudie, kontakt med teknikleverantörer och branschexperter samt enkätstudie och workshop som genomfördes tillsammans med ett parallellt pågående projekt som arbetar med att utveckla förslaget till standard.

## 4 Upplägg enligt föreslagen standard

Parallellt med detta projekt har ett projekt genomförts med syfte att utveckla förslaget till standard för test och utvärdering av dagvattenanläggningar. De båda projekten har bevakat varandras framdrift och resultat och förändringar i bland annat testupplägg kan förväntas förändras från förslaget till standard och den standard som i framtiden kan bli gällande. Då förändringarna i standarden inte var bestämda vid detta projekts projektstart har detta projekt utgått från befintligt förslag på standard vilket kort beskrivs i detta kapitel.

Testerna som beskrivs i förslaget till standard riktar in sig på tre funktionella krav:

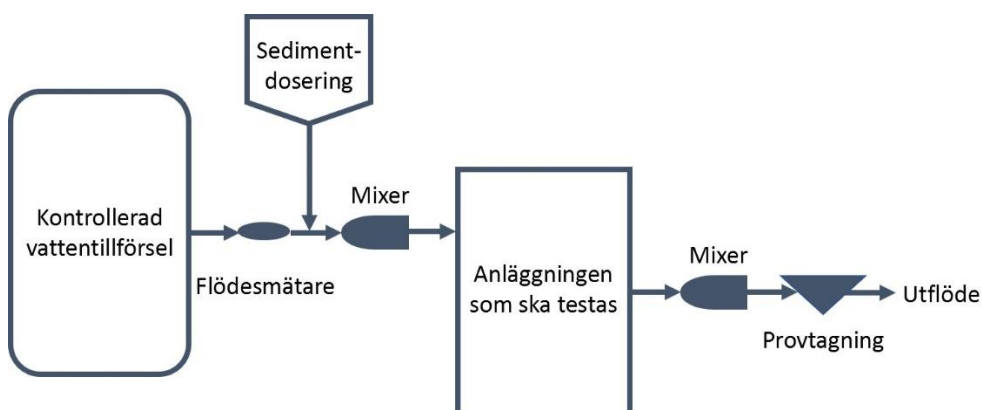


1. Förmågan att rena partikelbundna föroreningar under förutsättningen att anläggningen syftar till att rena partikelbundna föroreningar.
2. Förmågan att kvarhålla partikelbundna föroreningar (som har avskilts tidigare) under höga flöden under förutsättningen att anläggningen syftar till att rena partikelbundna föroreningar.
3. Reningsförmågan för lösta föroreningar under förutsättningen att anläggningen syftar på att rena lösta föroreningar (t.ex. filter). Testet utförs även vid användning av vägsalt.

Testet är uppdelat på två delar där förmåga att rena och kvarhålla partikelbundna föroreningar är den första delen och förmåga att rena och kvarhålla lösta metaller och näringsämnen är den andra delen. Nedan beskrivs uppläggen principiellt, för detaljer se föreslagen standard.

## 4.1 Utvärdering av förmågan att rena och kvarhålla partikelbundna föroreningar

Test för att utvärdera förmågan att rena och kvarhålla partikelbundna föroreningar ska utföras i fullskala enligt upplägg i figur 1.



Figur 1. Principiell testuppläggningsdiagram för utvärdering av förmågan att rena och kvarhålla partikelbundna föroreningar. Skiss hämtat från förslag till branschstandard 2019.

Testet genomförs med en definierad sekvens av olika vattenflöden genom anläggningen som testas, enligt tabell 1. Alla steg ska genomföras utan mellanliggande rengöring av anläggningen och avspeglar olika typer av regnintensiteter. Det avslutande steget, steg 5, genomförs utan tillsats av partiklar för att testa anläggningens förmåga att kvarhålla partiklar vid höga flöden. Under respektive steg tas två prover på 1 l vid fem tillfällen som används för att bestämma mängden partiklar (SS 028113), därefter beräknas ett medelvärde.

Tabell 1. Vattenflöden och sedimentkoncentration vid test enligt förslag till standard 2019.

	Steg	% av maxflöde	Minimum antal av volymsutbyten <sup>1</sup>	Sediment koncentration [mg/l]
Rening av partikelbundna föroreningar	1	10	20	200
	2	50	10	200
	3	100	10	200
	4	120	10	200
Kvarhållande av partiklar	5 <sup>2</sup>	120 <sup>3</sup>	20	n/a

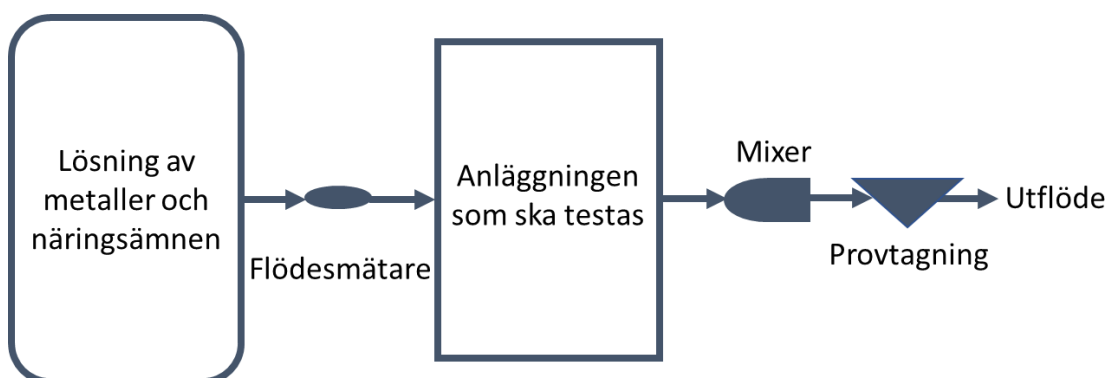
<sup>1</sup>Den permanenta vattenvolym som ska bytas ut. Varaktighet av de enskilda stegen ska vara minst 15 min.

<sup>2</sup>Mellan steg 4 och 5 ska systemet vila minst 16 h för att möjliggöra fullständig sedimentering.

<sup>3</sup>Tryckförlust (hydraulic head loss) ska bestämmas mellan in- och utloppet av anläggningen.

## 4.2 Utvärdering av förmåga att rena och kvarhålla lösta metaller och näringsämnen

Test för att utvärdera förmågan att rena och kvarhålla lösta metaller och näringsämnen ska utföras nedskalad till en hundradel enligt upplägg i figur 2. I testet undersöks även anläggningens förmåga att kvarhålla föroreningar under inverkan av vägsalt. Som indikatorparametrar används zink, koppar och fosfor.



Figur 2. Principiell testuppläggning för utvärdering av förmåga att rena och kvarhålla lösta metaller och näringsämnen. Skiss hämtat från förslag till branschstandard 2019.

Testet genomförs med en definierad sekvens av olika vattenflöden genom anläggningen som testas, enligt tabell 2. Alla steg ska genomföras utan mellanliggande rengöring av anläggningen och avspegla olika regnintensiteter. Det avslutande steget, steg 5, genomförs utan tillsats av partiklar men med en saltlösning med koncentration 2 g Cl<sup>-</sup>/l. Mellan respektive steg ska systemet vila i minst 4h men högst 72 h förutom mellan steg 4 och 5 då systemet ska vila i minst 16h och högst 72h. Under respektive steg tas två prover tas vid fyra tillfällen. Det första provet tas efter ett volymbyte och övriga tas jämnt fördelat över resterande testperiod. Proverna analyseras för koppar och zink (SS 028184) samt fosfor (SS-EN 1189), därefter beräknas ett medelvärde.

Tabell 2. Vattenflöden och koncentration metaller och näringsämnen vid test enligt förslag till standard 2019.

	Steg	% av maxflöde	Minimum antal av volymsutbyten <sup>1</sup>	Zn-konc. [µg/L]	Cu-konc. [µg/L]	Fosfor [µg/L]
Rening av lösta metaller och näringsämnen	1	10	20	300	80	300
	2	50	10			
	3	100	10			
	4	120	10			
Kvarhållande av metaller och näringsämnen	5	10	20	n/a	n/a	n/a

<sup>1</sup>Varaktighet av de enskilda stegen ska vara minst 15 min.

## 5 Alternativ för placering

I denna del av rapporten beskrivs möjliga lokaliseringar för en framtida testbädd för dagvattenrening och annan testning med konstruerade ("spikade") avloppsvatten. Lokaliseringsstudien utgår ifrån förutsättningen att en sådan framtida testbädd byggs upp och driftas av RISE och i närheten av Uppsala där mycket befintlig personal med kunskap inom dagvatten, BDT-vatten, pilotanläggningar med mera finns lokaliserad. RISE innehar även egen prototypverkstad i Uppsala som är van att utveckla och bygga pilotanläggningar och andra typer av testanläggningar.

Observera att fastighetsägare och förvaltare av byggnader och mark ej vidtalats i detta tidiga skede. Eventuella förhandlingar om tillgång till mark och byggnader kommer att ske i senare skede om beslut tas om att gå vidare med att bygga testbädd i enighet med denna förstudie. Alla lokaliseringar som beskrivs i förstudien anses vara möjliga, men med förbehåll att inga mark- eller byggnadshyror ännu förhandlats med respektive ägare. Samtliga ytor som undersökts är dock sådana som redan hyrs av RISE eller ligger i nära anslutning av ytor som RISE redan hyr.

Olika standarder för provning ställer väldigt olika krav på tidsperspektivet i provningen – om en anläggning ska testas ett visst antal timmar, dagar eller veckor. Huruvida provning kommer ske under en kort tid där stor del manuell manövrering av utrustning kan tillåtas eller om provningen ska pågå en längre tid och det därför krävs en stor del automatisering kommer påverka var en testbädd lämpligen byggs och hur denna utformas.

### 5.1 Alternativ A: Lokalisering vid testbädd för småskalig avloppsrening

Sedan 2013 driver RISE enhet kretsloppsteknik (tidigare del av jordbrukstekniskt institut (JTI)) en testbädd för småskalig avloppsrening<sup>2</sup>, i orten Bälunge strax norr om Uppsala. Testbädden byggdes för att vara en ackrediterad testbädd för provning av minireningsverk enligt standard för Avlopp - reningsanläggning upp till 50 pe – del 3: förtillverkade avloppsanläggningar (nu gällande version av standarden SS-EN 12566-3:2016) och är utrustad för provning enligt standarden. Testbädden är den andra

<sup>2</sup> <https://www.ri.se/sv/test-demo/avloppsrening>

testbädden i samma syfte, den tidigare testbädden som låg i Knivsta lades ned på grund av problem dels med ojämn kvalitet på inkommande avloppsvatten, dels på grund av att det fanns kapacitetsproblem i testbädden och man tvingades tacka nej till provningsuppdrag. Testbädden flyttades till nuvarande lokalisering i en ny förbättrad utformning, bland annat genom den marktempererade byggnaden som innebär att anläggningar som ska testas inte behöver schaktas ned för testningen. Sedan 2015 är testbädden i Bälunge inte längre ackrediterad för provning enligt standarden på grund av de höga kostnaderna förknippade med ackrediteringen som inte kundunderlaget för ackrediterade provningar räckte till. RISE utför dock oberoende tredjepartstest enligt standarden i testbädden. Underlag från sådant tredjepartstest kan användas som prestandadeklaration av produkten men kan ej användas som underlag för CE-märkning. Testbädden används idag utöver oberoende tredjepartstester för produkter på marknaden även för testning i produktutvecklingssyfte och kan även användas i rena forskningstillämpningar. Oberoende tredjepartstester sker av såväl anläggningar som omfattas av ovanstående standard och andra reningsanläggningar.

Området som testbädden är belägen i består delvis av hushåll med klosettavloppsvatten, delvis av hushåll med konventionellt spillvattensystem (ett blandat hushållspillvatten med både klosettavloppsvatten och BDT-vatten i samma ledning). Detta innebär att testbädden har relativt unika möjligheter att testa anläggningar med hushållspillvatten som kan styras mot önskad halt suspenderat material och innehåll av kväve och fosfor, vilket styrs genom spädning med svartvatten eller dricksvatten beroende på inkommande värden på det blandade spillvattnet.

Den befintliga testbädden är uppdelad på två byggnader. Den ena byggnaden består av det som tidigare var Bälunge reningsverk, men som nu agerar pumpstation för vidarepumpning av spillvattnet in till Uppsala reningsverk. RISE hyr del av byggnaden för testbäddens räkning och här sker grovrensning av spillvatten, blandning av spillvatten och klosettavloppsvatten till önskad sammansättning på inkommande vatten (eller vid behov spädning med dricksvatten), volymmätning och vidarepumpning till testobjekten (som ställs i den andra byggnaden). I det gamla reningsverket sker även provtagning av vattnet som skickas till testobjekten (provpunkt inkommande vatten). I denna byggnad finns även styrning och automatik.

Den andra byggnaden är byggd och ägs av RISE och är ett utrymme där anläggningar som ska testas installeras. Det finns fyra separata linjer där anläggningar kan provas oberoende av varandra. Byggnaden är delvis nedsänkt i marken och har därför generellt ”marktemperatur” och kan därför antas motsvara förutsättningarna för en nedgrävd anläggning, samtidigt som anläggningen är fullt nåbar och inga schaktarbeten behövs för att installera en anläggning som ska testas. Avskiljning mellan linjer består av väggar som kan tas ned och sättas upp, vilket möjliggör att flera anläggningar kan testas parallellt utan att krav på sekretess bryts. Att väggarna är flyttbara innebär även möjlighet till flexibilitet och en kund kan hyra flera fack för specialprovningar som tar större plats än ett ”fack”. Taket på denna byggnad kan öppnas i sektioner och stora testobjekt lyfts enkelt ned i utrymmet uppifrån med hjälp av lastare eller kranbil. Testobjektet ansluts sedan till avloppsvatten på en av testbäddens linjer och till en utloppsbrunn för provtagning av utgående vatten.

### 5.1.1 Ny testbädd i anslutning till denna lokalisering

Om ytterligare en testbädd skulle komma att placeras i Bälinge tillsammans med befintlig skulle utrustning för att bereda tekniskt dagvatten och beskicka kunna ske från utrymme inne i den befintliga pumpstationen och anläggningar som ska provas placeras i någon av de befintliga linjerna i det marktempererade utrymmet. Det tilltänkta utrymmet för beredning av tekniskt dagvatten ligger ovanpå en f.d. reningsverksbassäng och är idag utrustat med ett trägolv. Bedömningen är att golvet skulle behöva förstärkas vid användning, t.ex. med ett metallgallergolv som sedan bekläds med nytt trägolv.

Lokaliseringen inne i pumpstationen skulle innebära att tillgång till kommunalt dricksvatten och till delar av den utrustning som idag används för provning av småskaliga avloppsreningsanläggningar. En av de utrustningar som finns på plats är kärl som kan användas för att utsätta anläggningar för stöbelastning, något som kan vara relevant för dagvattentestning. Det inkommande dricksvattnet är också försett med anordning för brutet vatten (återströmningsskydd), något som kan vara en förutsättning för en säker provning, beroende på den lokala VA-huvudmannens krav och anläggningens utformning.

I befintlig testbädd finns också tillgång till spillvatten, något som också kan vara en stor tillgång om ny testbädd också ska kunna användas för andra tillämpningar än bara dagvatten, exempelvis BDT-vattenrening, sensorutveckling för spillvattentillämpningar eller viss testning av exempelvis läkemedelsrening.

I en närstående framtid kommer den kulvert som innehåller rör och ledningar mellan de två byggnaderna att renoveras och rördragning för ny testbädd kan ske i samband med kulvertrenoveringen om beslut tas att testbädd ska kunna inrymmas i denna lokalisering. I den befintliga testbädden finns även el- och styrskåp, som dock sannolikt inte har kapacitet för styrning av ytterligare en testbädd.

Förutom möjlighet att ställa anläggningar som ska testas inomhus i det marktempererade utrymmet kan anläggningar som ska testas även ställas utomhus (om medgivande för detta ges från markägaren).

### 5.1.2 Sammanställning av behov för denna lokalisering

- Nytt golv över befintlig tom reningsverksbassäng
- Tank för inkommande vatten, med möjlighet till inpumpning av spillvatten vid testning av BDT-anläggningar.
- Ny ledning för dricksvatten till tank för inkommande vatten (tillgång till brutet vatten finns).
- Utrustning för styr- och reglerteknik för testbädden
- Ytterligare kapacitet i kulverten vid kommande ombyggnation av denna
- Godkänd lagringsplats för ämnen för spikning av tekniskt vatten
- Utrustning för utgående vatten (samlingstank, provtagningsutrustning och eventuell reningsutrustning).
- Eventuella sensorer för onlinemätning

### 5.1.3 För- och nackdelar kring denna placering

- Fördel att det finns flexibilitet i antal anläggningar som kan testas samtidigt.
- Det finns stordriftsfördelar med att kunna utföra underhåll och provtagning samtidigt vid fler projekt på samma ställe, dvs om projekt pågår både i befintlig testbädd och eventuell ny testbädd.
- Tillgång till inomhusytor, brutet dricksvatten, spillvatten och klossettwater, el samt marktempererat utrymme där anläggningar kan installeras utan behov av schakt.
- Relativt långa avstånd för personal att åka ut för kontroll, underhåll och provtagning. Ej lämpligt för provningar som kräver hög personell närvaro.

## 5.2 Alternativ B: Lokalisering i Ultuna i anslutning till RISE kontor

I Ultuna i södra Uppsala finns RISE Uppsalakontor. Här sitter de flesta resurser som i denna utredning antas vara aktuella för att driva och drifva den framtida testbädden. Här finns förutom kontor även större verkstadsytor och olika typer av byggnader som idag används för lagerhållning av material mm. Kontoret är normalt bemannat alla veckodagar och det är därför nära till hands att kontrollera anläggningen dagligen vid denna lokalisering, samt att provinsamling enkelt kan ske. Här finns också analyslabb som kan utföra analys av exempelvis halt suspenderat material och vissa andra parametrar. RISE lokaler i Uppsala hyrs av Akademiska hus.

Det pågår för närvarande planering för eventuell ombyggnation av RISE lokaler i Ultuna, där en av de möjliga nya utformningarna kommer innefatta utrymmen vigda för olika testbäddsverksamheter. RISE lokaler i Ultuna innefattar också olika typer av förrådsbyggnader och utomhuslokaler, där en testbäddsplacering kan övervägas.

En testbädd som enbart utformas för provning av dagvattenanläggningar enligt standard och som inte behöver vara speciellt flexibel passar väl in på denna lokalisering. Om provning enligt standard dessutom sker under en relativt kort tid (dagar snarare än veckor och månader) där personell närhet är en viktig faktor är denna utformning och lokalisering att föredra.

### 5.2.1 Sammanställning av behov för denna lokalisering

- Det saknas eller finns endast lite infrastruktur på plats för en testbädd vid denna lokalisering. Testbädd kan på gott och ont behöva byggas upp från grunden.
- Det finns tillgång till dricksvatten, som beroende på testbäddens utförande kan behöva förses med återströmningsskydd.
- Utrustning för styr- och reglerteknik för testbädden.
- Godkänd lagringsplats för ämnen för spikning av tekniskt vatten
- Utrustning för utgående vatten (samlingstank, provtagningsutrustning och eventuell reningsutrustning).
- Eventuella sensorer för onlinemätning.

## 5.2.2 För- och nackdelar kring denna placering

- Personal som kan antas ska arbeta mycket med testbädden har sin ordinarie arbetsplats i byggnaden, vilket är positivt vid testning som kräver mycket personell närvaro.
- Minskade transportbehov och kräver ej tillgång till bil vilket även minskar risk för eventuella problem att få tillgång till bil vid uttryckning.
- Ej tillgång till spillvattenanläggning och kan därför inte användas för testning av reningsanläggningar för BDT eller andra vattenreningsanläggningar som kräver spillvatten.
- Höga investeringskostnader då i stort sett ingen tillgänglig utrustning kan samutnyttjas med annan verksamhet eller finns på plats idag.

## 5.3 Alternativ C: Mobil pilotanläggning med flexibel uppställningsplats

Genom att anlägga testbädden som en mobil lösning uppnås högre flexibilitet i användning. En mobil, containerbaserad, testbädd skulle kunna användas både för oberoende provning enligt standard men samtidigt på ett enklare sätt även kunna användas i produktutvecklingssyfte av tillverkare och annan industri. Genom en mobil anläggning underlättas också forskningstillämpning med uppställning i fält. Detta beskrivs nedan. En mobil testbädd med utrustning i container skulle också kunna underlätta för möjligheten att växelvis köra tester för dagvattenhantering och för tester av BDT-anläggningar.

Med ett antagande om att standard för provning av prefabricerade dagvattenanläggningar utformas i enlighet med förslaget som beskrivs i kapitel 4 med ganska korta tidsserier och täta intervall för provtagning finns starka incitament för att placera en testanläggning i nära anslutning till kontorsplatser för personal som arbetar med anläggningen. Provning av anläggningar för rening av BDT-vatten kräver tillgång till spillvatten och dricksvatten som bör vara försedd med återströmningsskydd. Provning enligt standarden för BDT-vatten kräver provningstider på minst 16 veckor plus uppstartstid inför provningen. Under dessa veckor ska provtagning tas 1-2 gånger i veckan. För denna typ av provning skulle lokalisering i Bältinge vara fördelaktig, vilket skulle möjliggöras vid mobil containerlösning samtidigt som andra typer av provningar med andra provintervall inte skulle omöjliggöras.

### 5.3.1 Den mobila anläggningen för standardiserad testning

Genom att ha en containerbaserad testbädd kan fördelar med båda ovanstående lokaliseringar kombineras, under förutsättning att uppställningsplats kan hittas på bägge platser. Vid oberoende tester för dagvattenanläggningar skulle anläggningen kunna ställas upp på Ultuna med de fördelar som finns med detta. För testning av anläggningar för rening av BDT-vatten skulle anläggningen kunna ställas upp vid befintlig testbädd i Bältinge och utnyttja de fördelar som finns på platsen. Oberoende testning skulle kunna utföras eftersom containern är låsbar och där RISE har ensam tillgång till utrustning och styrning.

### 5.3.2 Den mobila anläggningen för uppdrag hos kund

Till ovanstående fördelar tillkommer möjligheten för industri och tillverkare att kunna hyra testbädden för egna försök i utvecklingssyfte. Genom att ha anläggningen ”hemma hos sig” kan de följa och ha koll på processen nära och utföra olika optimeringsförsök agilt. Genom att ha anläggningen nära tillverkningen kan de också använda egna resurser för drift och underhåll under tiden de hyr anläggningen och på det sättet minska kostnader förknippade med testning vid utveckling. Detta kan gynna mindre teknikutvecklare som saknar resurser att bygga upp egen testutrustning i betydande skala. Andra mobila anläggningar som RISE har erfarenhet av används i hög utsträckning på detta sätt, för metod- eller produkttestning direkt hos kund. En viktig förutsättning är förstås att styrning och eventuell fjärrstyrning utformas och underhålls på ett säkert sätt när anläggningen omväxlingsvis används av olika aktörer så att inga obehöriga har möjlighet att styra eller störa pågående tester genom att justera inställningar.

### 5.3.3 Den mobila anläggningen för uppdrag i fält

En mobil anläggning har också fördel att den sannolikt kan utnyttjas även för forskningsförsök i fält med dagvatten från en dagvattenanläggning (exempelvis ledning/brunn eller damm). De delar av testbädden som vanligen används för att spika vattnet får då ledas förbi eller inaktiveras, men en stor del av utrustningen i testbädden skulle kunna utnyttjas. På sådana uppdrag skulle testbädden ha många fördelar då investeringskostnader i utrustning delas med testanläggningens andra uppdrag och detta skulle sannolikt betyda en kostnadseffektiv avancerad mätning i fält jämfört med testutrustning som enbart tas fram för specifika projekt.

### 5.3.4 Sammanställning av behov för denna placering

- Testbädd behöver byggas upp från grunden och eventuell infrastruktur på uppställningsplats kan behöva justeras.
- Beroende på testbäddens utförande och uppställningsplats kan dricksvattenledning behöva förses med återströmningsskydd.
- Utrustning för styr- och reglerteknik för testbädden.
- Godkänd lagringsplats för ämnen för spikning av tekniskt vatten
- Utrustning för utgående vatten (samlingsstank, provtagningsutrustning och eventuell reningsutrustning).
- Eventuella sensorer för onlinemätning.

### 5.3.5 För- och nackdelar kring denna utformning

- Uppställningsplats kan väljas beroende på typ av projekt och således kan olika provningar optimeras utifrån behov av personaltäthet med mera.
- Att uppställningsplatsen kan väljas beroende på typ av projekt kan också minska transportbehovet under provning vilket kan ha goda effekter både på miljö, ekonomi och driftstabilitet.
- Uppställningsplats kan väljas efter behov av inkommande vattenkvalitet, exempelvis tillgång på dricksvatten och spillvatten eller platsspecifikt dagvatten.



- Kan innebära högre investeringskostnader då en container behöver inredas och beroende på uppställningsplats kan olika infrastruktur krävas på uppställningsplatsen.

## 5.4 Andra alternativa placeringar för testbädd

Det finns förstås många platser i Sverige och även fler ställen i Uppsala där en testbädd skulle kunna placeras. Eftersom den föreslagna standarden fokuserar på ett spikat vatten för testning bedömer författarna dock att fördelarna med placering i närhet av befintlig verksamhet har klara fördelar mot andra placeringar som t.ex. i nya utbyggnadsområden.

# 6 Testbäddens upplägg

Olika aspekter av testbäddens upplägg har påbörjats att studerats för att skapa information att grunda beslut på när testbädden ska anläggas. Denna förstudie är inte heltäckande utan lyfter aspekter att studera vidare när beslut tagits om testbäddens placering och funktion.

## 6.1 Inkommande vatten

### 6.1.1 Vattenkvalitet

Fyra potentiella vattenkällor för inkommande vatten har identifierats, dessa är:

- Dricksvatten
- Spillvatten
- Dagvatten
- Övriga vatten (ex. yt-, grund-, havs- och processvatten samt renat spillvatten)

Respektive vattenkälla har utvärderats med avseende på kontroll över vattenkvalitet, tillgänglighet, möjligt flöde, föroreningsmängd som krävs vid spikning samt om tillstånd krävs för uttag. Oavsett vilken vattenkvalitet som används kan vattenkvaliteten variera mellan olika platser vid användning av en mobil testbädd. Olika vattenkvaliteter kan vara aktuellt vid olika tester om testbädden exempelvis möjliggör test av förutom dagvattenanläggningar även anläggningar för BDT-vatten.

#### 6.1.1.1 Dricksvatten

Genom att använda och spika kommunalt dricksvatten fås ett vatten där man erhåller hög kontroll över dess kvalitet då det vanligtvis ej varierar så mycket över tid. Fördelaktigt med dricksvatten är även att det finns tillgängligt på de flesta platser vid användning av en mobil lösning. Flödet som uppnås på dricksvattenledningsnätet kan dock vara lägre än vad som ska testas enligt standard varpå lagringsmöjlighet och tryckstegring kan krävas.

#### 6.1.1.2 Spillvatten

Genom att använda, späda och spika ett spillvatten från kommunal ledning sker en återanvändning av vatten och mängden metaller, näringsämnen och suspenderat

material som krävs för spikningen kan vara mindre än om ett renare vatten används. Då spillvattnet troligtvis måste spädas för att nå korrekt halter av föroreningar krävs även tillgång till ett renare vatten såsom kommunalt dricksvatten.

Nackdelar är att variationen av föroreningar är större än i ett dricksvatten och andra föroreningar än de som ingår i förslagen till standard kan förekomma och påverka funktionen i anläggningen som testas. Dessutom då vattnet förväntas variera i kvalitet är det mindre lämpligt för användning vid standardiserade förhållanden. Tillgången på spillvatten kan även variera mellan platser varpå ett högt flöde och tryck kan vara svårt att uppnå på alla platser för en mobil lösning. Om testbädden ska kunna utnyttjas även för testning för reningsanläggningar för BDT-vatten krävs tillgång till spillvatten för detta.

### 6.1.1.3 Dagvatten

Genom att använda och spika vatten från en dagvattenledning erhålls ett vatten så likt ett naturligt dagvatten som möjligt. Dock kan vattnet förväntas variera i kvalitet vilket innebär att vattnet inte lämpar sig för användning vid standardiserade förhållanden. Tillgången på dagvatten kan vara bristfällig och det kan därmed vara svårt att uppnå de flöden och tryck som krävs enligt föreslagen standard. En ytterligare nackdel är att dagvattenledningar inte är tillgängligt överallt och för en mobil lösning som flyttas till en teknikleverantör kan dagvattenledning saknas.

### 6.1.1.4 Övriga vatten

Ett vatten från en övrig vattenkälla såsom yt-, grund-, havs- och processvatten samt renat spillvatten har ofta en naturlig fluktuation i kvalitet och/eller kvantitet. Exempelvis kan kvaliteten i ett ytvatten förväntas variera med årstid och kvantiteten vatten från en process kan minska under semester-tider. Detta innebär att ett sådant är svårt att använda för standardiserade förhållanden där variationen i vattnets kvalitet och kvantitet bör vara minimal över tid.

För att använda ett naturligt vatten såsom yt-, grund- eller havsvatten kan tillstånd krävas. Tillgången på dessa källor varierar även geografiskt varpå det kan begränsa uppställningsplatser för en mobil testbädd.

## 6.1.2 Krav på vattnets kvalitet och flöde

I förslaget till standard anges att vattnets pH-värde ska vara  $5 \pm 0,5$  vid test av rening av metaller. Ytterligare krav på vattenkvalitet för inkommande vatten som testbädden ska uppnå kan förväntas ställas i kommande standard. Ett sådant exempel är temperatur, vattnet som går in i anläggningen som testas kan förväntas behöva ha temperatur inom ett specifikt intervall. Det behöver därför finnas möjlighet att i testbädden justera vattnets temperatur och pH-värde.

Om vattnet i testbädden recirkuleras ska hänsyn tas till att vattnet som går igenom anläggningen som testas kan påverkas med avseende på dess fysikaliska egenskaper beroende på reningsanläggningens typ, exempelvis med avseende på jonladdningar. Detta innebär att vattnet som kommer ut ur anläggningen som testas har något annan kvalitet än vattnet som går in i anläggningen som testas. Om testbädden byggs upp med

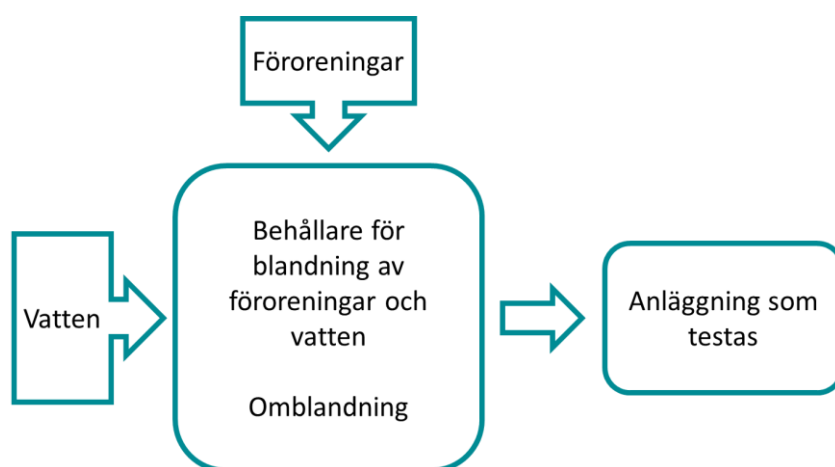
recirkulerande vatten bör vattnet recirkulera en tid före testet börjar för att minska risken att denna variation i kvalitet påverkar testet.

Upp till 120 % av maxflöde för en anläggning som testas ska kunna testas i testbädden. Detta gör att en begränsning i anläggningsstorlek kan krävas och/eller anordningar för lagring och tryckförhöjning kan krävas för att säkerställa att korrekt flöde kan uppnås. Under testerna ska flödena kunna kontrolleras med en noggrannhet på  $\pm 5\%$ . Flöde och tryck hos det inkommande vattnet ska kunna styras så att det kan justeras under ett test och flödet ska kunna pausas under testet.

## 6.2 Tillsats av föroreningar

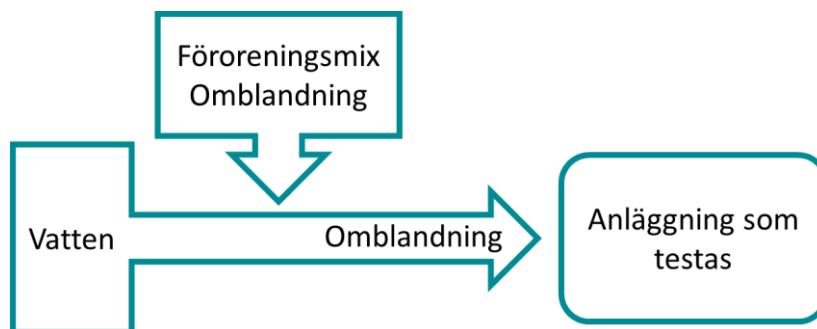
Tillsats av föroreningar till vattnet som går in i anläggningen som testas kan ske automatiskt eller manuellt. Efter tillsats av föroreningar måste vattnet blandas väl före det leds in i anläggningen som testas och upplägget måste säkerställa att föroreningarna inkommer till anläggningen som testas i en jämn koncentration. Tillsats av föroreningar kan ske på följande sätt:

1. Hela vattenvolymen som ingår i testet tappas till en behållare till vilken föroreningar tillsätts och omblandas. Vattnet leds sedan från behållaren till den anläggning som testas med ett bestämt tryck och flöde, se figur 3. Tillsatsen av föroreningar kan ske automatisk eller manuellt för detta upplägg. Beroende på vattenvolymen som ska testas kan dock en väldigt stor behållare krävas.



Figur 3. Schematisk bild av potentiellt upplägg av föroreningstillsats.

2. Föroreningar tillsätts kontinuerligt och jämnt fördelat till vattenflödet som leds in till anläggningen som testas, se figur 4. Ingen platskrävande behållare krävs. Tillsatsen av föroreningar kan ske automatisk eller manuellt för detta upplägg.



Figur 4. Schematisk bild av potentiellt upplägg av föroreningstillsats.

Upplägg enligt modell 2 kan användas vid recirkulering av vattnet. För recirkulering krävs kännedom om föroreningshalt i det vatten som kommer ut ur anläggningen som testas för kunna tillsätta korrekt mängd föroreningar för att uppnå den halt som ska ledas in i anläggningen som testas enligt standard.

### 6.2.1 Krav på sediment

Föreslagen standard ställer krav på sedimentkvalitet. Testet då vattnet är spikat med sediment har till syfte att utvärdera anläggningens förmåga att fånga och kvarhålla sediment med en definierad partikelstorleksfördelning (PSD). Storleken ska motsvara storleksfördelningar som är vanligt förekommande i dagvattenavrinning och samtidigt uppvisar de högsta halterna av organiska föroreningar och metaller. Därför ska sedimentet ha en stor andel av relativt små partiklar. Testerna ska utföras med sediment som har en D50% (viktmedian partikelstorlek) på 63 µm. Partikelstorleksfördelning av sedimentet som används i testerna ska testas enligt SS-EN 12948. Koncentrationen av sedimentet under testerna ska vara 200 mg/l och ska kunna doseras med en noggrannhet på ±5 %. Denna koncentration motsvarar TSS-koncentrationer i dagvatten för tätbebyggd urban miljö. Sedimentets egenskaper såsom laddning och ytkemi kan förväntas skilja mellan ett sediment i miljön och ett sediment införskaffat för tester, detta bör beaktas i tester.

### 6.2.2 Krav på metaller och näringsämnen

Föreslagen standard ställer även krav på metaller och näringsämnen. En lösning innehållande 80 µg/l koppar, 300 µg/l zink och 300 µg/l fosfor (fosfat-salter) användas vid test och pH-värdet i metallösning ska vara 5±0,5 pH-värdesenheter.

Vid ett av stegen vid utvärdering av anläggningens förmåga att rena och kvarhålla metaller och näringsämnen enligt föreslagen standard ska en lösning av salt (natriumklorid) och avjoniserat vatten med en koncentration på 2 g Cl-/l användas. Vid detta test ska inte vanligt vägsalt användas utan istället ett salt med en renhetsgrad på minst 99,5%. Saltkoncentrationen har valts så att den motsvarar vanliga saltkoncentrationer i vägdagvatten. Saltets, metallernas och näringsämnenas egenskaper såsom laddning och ytkemi kan förväntas skilja mellan föroreningar i miljön och föroreningar införskaffade för tester, detta bör beaktas i tester.

## 6.3 Provtagning

För att kontrollera prestandan hos anläggningen som testas kommer vattnet som går in och kommer ut ur anläggningen som testas att analyseras med avseende på flertalet vattenkvalitetsparametrar. För detta kommer både mätning på plats att utföras och vattenprover kommer lämnas in till ackrediterat laboratorium för analys.

### 6.3.1 Analysinstrument

För mätning på plats kommer ett flertal analysinstrument krävas. Analysinstrument såsom sensorer som går att koppla upp för realtidsmätning med onlineavläsning är mest fördelaktig och bör användas så långt det är möjligt och som standarden tillåter. Sensorer kan även användas som komplement till laboratorieanalyser då det möjliggör att direkt se att processen fungerar som planerat och ger kostnadsminskningar för laboratorietester. Nedan följer kort information om olika analysinstrument som kan komma att krävas.

#### 6.3.1.1 Jonselektiv elektrod

I en jonselektiv elektrod bildas en elektrisk potential (spänning) över mätmembranet. Denna potential jämförs med referenselektrodens potential som är konstant och potentialen över mätmembranet kan därmed kvantifieras. Ett vanligt exempel av jonselektiv elektrod är pH-mätare vilken är selektiv för vätejoner ( $H^+$ ).

Jonselektiva elektroden kan mäta i realtid men mäter endast joner och kräver regelbunden tillsyn för rengöring för att bibehålla effektiviteten. Hur tillförlitliga jonselektiva elektroder är beror på dess målmolekyl då utvecklingen av elektroden är i olika steg. Jonselektiva elektroder är en typ av sensor och kan utföra mätning i realtid och kopplas upp för bevakning online.

Mätning av pH-värde med jonselektiv elektrod kräver en referenselektrod och regelbunden kalibrering och är därför inte ultimata men det finns mycket under utveckling. I dagsläget kräver pH-sensorer mycket drift och underhåll. Jonselektiva elektroder kan även användas för analys av vattnets innehåll av olika metaller.

#### 6.3.1.2 Partikelmätning

Partikelräknare använder sig av laserljus för att analysera enskilda mikroskopiska partiklars storlek. Mätningen utförs med sensorer och går att koppla upp för onlineövervakning.

#### 6.3.1.3 Manometer

Manometer används för mätning av tryck och behövs för att undersöka eventuell tryckförändring som sker när vattnet passerar anläggningen som testas. Manometer krävs även för test av maxtryck för att verifiera att det maxtryck som leverantören angivit är korrekt för den aktuella anläggningen och att inte partiklar sköljs ur anläggningen som testas vid maxflödet. Tryckmätning med hjälp av manometer kan mätas med onlineövervakning.

#### 6.3.1.4 Turbiditetsmätare

Turbiditet är ett mått på vattnets grumlighet och baseras på hur mycket en inkommande stråle avviker från en rät linje då det passerar vattnet. Ljusets spridning beror till största del på reflektion i partikelytor. Turbiditet kan mätas med online övervakning.

#### 6.3.2 Provtagningspunkter

Möjlighet måste finnas att ta ut vatten för provtagning av inkommande och utgående vatten för anläggningen som testas då detta ska göras i enlighet med föreslagen standard. Punkterna för att ta ut vattenprover skapar även flexibilitet och möjliggör att analysera även andra ämnen än de som ingår i föreslagen standard. Vattenuttagspunkten måste ge ett vatten som är representativt för det aktuella vattnet och inte exempelvis vara på en plats där vattnet står still utan får gärna vara direkt efter en mixer.

#### 6.3.3 Provtagning av sediment

I föreslagen standard anges att provtagning sker under testets steg 1-5 vid fem tillfällen för varje steg och är jämnt fördelade över tiden. Vid varje tillfälle ska två prover på 1 liter tas vilket ger 50 prover av sediment under ett test.

Varje prov ska filtreras med ett membranfilter med en porvidd 0,45 µm. Efter filtrering ska filtret torkas och vägas för att bestämma mängden partiklar (enligt SS 028113). Vikten ska konverteras till koncentration i vatten med hjälp av provvolymen.

#### 6.3.4 Provtagning av metaller och näringsämnen

I föreslagen standard anges att under alla stegen ska två prover tas vid fyra olika tillfällen under varje av de fem stegen. Den första tas efter ett volymbyte, de resterande tre tas jämnt fördelat över den resterande testperioden. Alla prover ska analyseras för koppar och zink enligt SS 028184 och fosfor enligt SS-EN 1189. För att återspegla verkligheten så bra som möjligt bör test av partiklar och joner utföras och testas tillsammans, något som kan justeras till den kommande standarden.

#### 6.3.5 Utveckling av sensorer för vatten i testbädden

Möjlighet finns även att anpassa testbädden så att den även kan användas för utveckling av sensorer. För att möjliggöra det måste följande beaktas vid anläggning av testbädden:

- Tillgång till el
- Tillgång till arbetsyta
- Man vill gärna testa hur sensorerna klarar störning (ex. från avloppsvatten). Varpå möjlighet att leda olika vattentyper genom testbädden är fördelaktigt.
- Det måste finnas möjlighet (utrymme) att sätta fast sensorer på anläggningsdelar såsom ledningar.

## 6.4 Materialval

Vid anläggning av testbädden är materialval en viktig aspekt att ha hänsyn till. Ingen anläggningsdel såsom exempelvis rör, packningar, mixer och behållare som vattnet kommer i kontakt med före det går in i anläggningen som testas får släppa material och/eller joner som kan påverka vattenkvaliteten och analysresultaten. Enligt föreslagen standard är det därmed viktigt att välja material som inte påverka halten suspenderat material, fosfor, koppar eller zink. Om exempelvis testbädden även kommer användas för att testa en anläggnings avskiljningsförmåga av mikroplaster får ej anläggningsdelar vara utförda i plast.

## 6.5 Utgående vatten

Vattnet som kommer ut ur den testade reningsanläggningen kan innehålla förhöjda halter av metaller, näringsämnen och suspenderat material om reningsanläggningen inte helt avskilt det som tillsatts till det vattnet som inkommer till testanläggningen. Av denna orsak kan vattnet kanske inte direkt ledas till avloppsreningsverket eller släppas till naturen utan föroreningarna i vattnet måste först hanteras.

Ett antal sätt att hantera det utgående vattnet har identifierats och beskrivs närmare nedan. De identifierade sätten att hantera det utgående vattnet är:

- Recirkulering
- Reningsteknik
- Farligt avfall
- Släppa till avloppet
- Släppa till naturen/infiltrera i marken

Hur vattnet hanteras beror på det inkommande vattnets kvalitet samt vilka föroreningar och vilken halt föroreningar som tillsätts till vattnet och kan därmed variera mellan olika tester.

### 6.5.1 Recirkulering

Genom att recirkulera vattnet som kommer ut ur anläggningen som testas till vattnet som leds in i anläggningen som testas så används vattenresursen effektivt och metaller, näringsämnen och suspenderat material kan återanvändas. Recirkulering ställer dock höga krav på kontinuerlig mätning av vattenkvalitet och tillsats av metaller, näringsämnen och suspenderat material för att säkerställa att det inkommande vattnet alltid har samma kvalitet och uppnår krav enligt standard. Om den testade anläggningen avger några föroreningar eller på annat sätt påverkar vattnet, exempelvis genom att förändra laddningen av partiklar i vattnet måste detta korrigeras före vattnet återcirkuleras till anläggningen som testas.

Vattnet kommer vid något tillfälle behöva bytas ut och hanteras. Detta kan vara exempelvis när anläggningen som testas byts ut eller när den eventuellt mobila anläggningen ska flyttas.

## 6.5.2 Sedimenteringsdamm

Vid användning av en sedimenteringsdamm måste dammen anläggas så att omgivande miljö inte belastas. Sedimenteringsdammen måste dimensioneras så att den kan hantera både vatten från testbädden samt eventuellt tillrinnande vatten från närområdet. Sediment från dammen måste avlägsnas regelbundet och hanteras. För vattnet som kommer ut ur sedimenteringsdammen krävs möjlighet för infiltration eller på annat sätt bortledning av vattnet. Växtlighet bör anläggas i dammen för att utöka dess reningseffekt.

Om man har en mobil testbädd måste sedimenteringsdammen kunna ersättas av en annan typ av lösning när testbädden inte är på sin uppställningsplats.

## 6.5.3 Sedimenteringscontainer

Till skillnad från en sedimenteringsdamm kan en sedimenteringscontainer flyttas med en mobil testbädd. En sedimenteringscontainer behöver dessutom endast dimensioneras för vatten från testbädden samt nederbörd som hamnar i container men inget tillrinnande vatten.

Det finns olika typer av sedimenteringscontainers med olika reningsfunktion, exempelvis lamelledimenteringscontainer. Vanligen avskiljs sediment i en sedimenteringscontainer och storleken på sedimentet som avskiljs beror på sedimenteringscontainers utformning.

Sediment från containern avlägsnas regelbundet och behöver omhändertas. För vattnet som kommer ut ur sedimenteringscontainern krävs möjlighet för infiltration eller på annat sätt bortledning av vattnet.

## 6.5.4 Avancerad vattenrening

### 6.5.4.1 Fällning på backspolande sandfilter

Kemisk fällning med metallsalt (normalt järn eller aluminium) faller ut löst forfor. Tungmetaller som koppar kan också fällas beroende på koncentration och övrig karakteristik hos vattnet. Många tungmetaller (men inte alla) binder till partiklar/slammet. Backspolade sandfilter kan ha mycket god avskiljning av suspenderade ämnen och utfällningar av fosfor. Avskiljning av totalfosfor till halter under 0,1-0,2 mg/l och suspenderat material under 10 mg/l bör vara möjligt. Backspolade filter är diskontinuerliga där flödet måste pausas under backspolningssekvensen vilket sker flera gånger dagligen. Regelbundet, beroende på vattnet kvalitet kanske årligen, behöver sanden grävas ur och rengöras.

### 6.5.4.2 Fällning på dynasandfilter

Samma princip för fällning som för fällning på backspolande sandfilter. Dynasandfilter är kontinuerligt rensande/spolande filter där flödet inte behöver pausas för backspolning utan det sker under drift.



### 6.5.4.3 Fällning på mekaniska filter, ex. trumfilter

Samma princip för fällning som för fällning på backspolande filter. Slamavskiljning på mekaniska filter, t.ex. trumfilter eller skivfilter. Mekaniska filter är normalt kontinuerligt backspolade men kan kräva grundlig rengöring då igensättningen blivit så stor att föroreningarna inte lossnar med backspolningen, upp till månads- eller kvartalsvis beroende på vattenkvaliteten. Filterdukarna kan då behöva rengöras med exempelvis mild syralösning. Anläggningen är ofta mer kompakt än t.ex. sandfilter eller dynasandfilter.

### 6.5.4.4 Dynasandfilter med aktivt kol

Samma Dynasandfilter som med sand ovan kan också fyllas med granulerat aktivt kol. Kolfilter kan medge viss biologisk reduktion av organiska ämnen och framför allt adsorption av mikroföroreningar. Periodisk regenerering av kolet behövs, beroende på vattnets kvalitet kan det krävas årligen.

### 6.5.4.5 Två-mediafilter med sand och zeolite

Samma som backspolade sandfilter men med två material i bädden. Ger möjlighet till bättre avskiljning och avskiljning av andra ämnen.

### 6.5.4.6 Nanofiltrering

Membranrening kan göras med membran av olika porstorlek mikro-, ultra-, nano-, och omvänd osmosmembran i fallande porstorlek och därmed ökande avskiljning. För att avskilja metalljoner krävs som minst nanofilter. Vid nanofiltrering avskiljs all suspenderat material och fosfor. En relativt stor ström av koncentrat (avloppsvatten) behöver hanteras.

## 6.5.5 Hantering som farligt avfall

Att hantera allt vattnet som farligt avfall är inte hållbart vare sig ekonomiskt eller miljömässigt. Det kräver kostsamma transporter av vattnet till lämplig deponi. Det kan dock vara oundvikligt att en mindre mängd utgående vatten eller massa bestående av avskilt material behöver hanteras som farligt avfall.

## 6.5.6 Släppa till avloppsreningsverk

Beroende på vattnets volym och innehåll av föroreningar kan det släppas till avloppsreningsverk direkt eller efter en föregående rening. För att släppa vattnet till avloppsreningsverk krävs dialog och tillstånd av den aktuella VA-organisationen och att avloppsvattnet inte kan anses ha negativ miljöpåverkan.

## 6.5.7 Släppa till naturen/infiltrera i marken

Beroende på vattnets volym och innehåll av föroreningar kan det släppas till naturen beroende på markens och/eller omgivningens förutsättningar direkt eller efter en föregående rening. För att släppa vattnet till naturen kan tillstånd krävas.

## 6.6 Skötsel av testbädd

Drift- och skötselrutiner och -instruktioner behöver tas fram i samband med anläggning av testbädden för att säkerställa att testbädden drivs så att den uppnår full potential och livslängd. Skötseln av testbädden måste också säkerställa regelbunden rengöring så att testresultat för anläggningar som testas inte påverkas av testbädden.

## 6.7 Anläggningar för återanvändning av vatten

Några särskilda krav på testbädden för att möjliggöra test av anläggningar för återanvändning av vatten har inte påträffats.

## 6.8 Anläggningar för BDT-vatten

För att kunna testa anläggningar för rening av bad-, disk- och tvättvatten (BDT-vatten) ställs något annorlunda krav på testbädden än om endast anläggningar för dagvattenrening testas. Dessa krav gäller kvalitet på ingående vatten, parametrar som ska övervakas och provtas samt hantering av vatten som kommer ut ur anläggningen som testas. Test av BDT-anläggningar ska utföras enligt SS 825640:2020.

Vattnet som leds till de anläggningar som testas ska vara obehandlat och oförtunnat BDT-vatten eller konstgjort BDT-vatten. Konstgjort BDT-vatten bereds genom utspädning av blandat hushållspillvatten (BDT + KL) och vid behov tillsats av metanol så att korrekt halter av BOD, tot-P och tot-N enligt standard uppnås. Vid tillverkning av konstgjort BDT-vatten får avloppsvattnet inte finmalas innan inloppet men det är tillåtet att grovsila och avskilja sand från avloppsvattnet innan användning.

I enighet med SIS standard för provning och utvärdering av BDT-anläggningar (SS 825640:2020) ska BDT-anläggningar utvärderas på totalfosfor, BOD och SS. Vattnet som går in i anläggningen som testas ska ha följande kvalitet:

- BOD<sub>7</sub> eller BOD<sub>5</sub>: 100 mg/l till 400 mg/l, med medelvärde inom intervallet 200 mg/l till 300 mg/l
- Totalfosfor: 0,5 mg/l till 5 mg/l, med medelvärde inom intervallet 1 mg/l till 3 mg/l
- Totalkväve: 5 mg/l till 30 mg/l, med medelvärde inom intervallet 10 mg/l till 20 mg/l

Temperaturen i provtagningslokalen/omgivningen ska vara under 15°C och temperaturen i vätskefasen vid inlopp 6-14°C.

Följande analysparametrar ska mätas på inkommande och utgående vatten:

- Organiskt material, BOD<sub>7</sub> eller BOD<sub>5</sub>
- Fosforparameter (tot-P)

Följande analysparameter ska analyseras på utgående vatten:

- Suspenderade ämnen (SS)

Ytterligare analysparametrar ska kunna mätas om tillverkaren så önskar, exempelvis:

- pH
- ledningskapacitet
- Kväveparametrar (NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, tot-N)
- Fosforparameter (ortofosfat)
- COD
- TOC

Följande ska mätas/loggas och registreras dagligen under provningen:

- Det flöde som reningsanläggningen belastas med per h
- Temperatur i vätskefasen vid inlopp
- Elförbrukning, om tillämpligt

## 6.9 Storlek på anläggning som testas

Hur stora anläggningar som kan testas i testbädden begränsas av:

- Tillgänglig yta vilket varierar med olika placeringsalternativ
- Om anläggningarna som testas måste förvaras i en miljö utan risk för minusgrader
- Det maximala flödet på inkommande vatten som kan uppnås
- Eventuell reningsanläggnings kapacitet

## 6.10 Övriga egenskaper hos testbädden

Testbädden bör vara flexibel för andra behov såsom t.ex. test av andra parametrar än de som framgår i föreslagen standard, test av BDT-vatten och/eller teknikutveckling.

Att bredda användningsområdet för testbädden skulle hjälpa leverantörerna att utveckla sina lösningar för flera behov och tillika utvidga behovet och användningsområdena av testbädden vilket även skapar kunskaper om föroreningsavskiljning vilket kan gynna teknikutvecklingen av dagvattenanläggningar.

# 7 Erfarenhetssammanställning

## 7.1 Erfarenheter från befintliga och tidigare testbäddar

Från intervjuer med personer som arbetar eller arbetat med testbäddar har erfarenheter från olika testbäddar inom avloppsområdet samlats in. Personerna som intervjuats om testbäddarna har haft olika roller kopplat till testbäddarna och testbäddarna har varit väldigt olika i fråga om storlek, syfte och användning. Genom den stora bredden av testbäddsupplägg som undersökts kan ett brett spektrum av perspektiv och olika sätt att utforma en testbäddslösning både beskrivas nedan och användas för att dra lärdom vid anläggandet av ny testbädd.

En av lärdomarna från erfarenhetsinsamlingen är att de befintliga testbäddarna är inbördes väldigt olika varandra med en stor bredd i utformningar, funktioner och

This work by RISE Research Institutes of Sweden is, except where otherwise noted, licensed under CC BY 4.0. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

syften. Från mer konceptuella testbäddar där kommunens gräns anges som testbäddens gräns där testbäddens syfte kanske bäst beskrivs som en samverkansnod där en rad olika lösningar testas, utvärderas och utvecklas på olika sätt och av olika aktörer inom projektet. Till relativt enkla anläggningar där enbart en sorts reningsanläggning testats utifrån ett väldigt begränsat antal parametrar med en mycket låg andel automatisering. Från avancerade testbäddar med investeringar i miljonbelopp till testbäddar med investeringskostnader runt 20 000 kronor i själva testutrustningen men som fungerat väl för den applikation den används för. Den gemensamma berättelsen är att de personer som vi intervjuat för studien upplevt både problem men också stora vinster och möjligheter med arbetet i testbädden.

Erfarenheterna från de olika testbäddarna har varit skilda på en mängd punkter, både utifrån den roll som våra intervjupersoner haft i testbädden och hur den testbädd som vi vid intervjun pratat om har varit utformad. Vissa erfarenheter och input har dock lyfts i flera av intervjuerna, dessa är:

- Marknadsundersökning och ekonomiska underlag/incitament för testning är en kritisk faktor för att testbädden ska bli meningsfull. Att kundunderlag finns och att det uppstår en ”kritisk massa” av testade lösningar kan vara viktigt för att kunna ha underlag för testning och faktiskt påverka branschen.
- Bortse inte från driftbehoven och de kostnader som är förknippade med uppföljning. Här lyftes speciellt att analyskostnaderna snabbt blir betydande/begränsande för utvärderingen av reningsfunktion och att det bör utredas om man kan komplettera analyserna med annan typ av kvalitetsuppföljning, t.ex. sensorer.
- Avstånd mellan ansvarig personals ordinarie arbetsplats och testbädden lyftes i flera intervjuer och att såväl resultat som kostnader kan bli lidande av långa avstånd mellan de som ansvarar för testbädden och själva testbäddsanläggningen.
- De flesta intervjupersoner såg stor potential i en mobil anläggning om denna kunde utformas på ett bra sätt så att flexibel användning med både produktutveckling hos kund och oberoende tredjepartstestning kan uppnås.
- Flera såg stora möjligheter och fördelar med möjligheten att kunna hyra ut anläggningen till industriparter för produktutveckling som komplement till standardiserade oberoende tredjepartstester.
- Diskussioner kring att förutsättning för oberoende tester är att testbäddsägaren har en uppställningsplats där man på ett kontrollerat (låst) sätt kan utföra tester utan att obehöriga har tillgång, men även detta kan ju lösas med mobil anläggning genom uppställning på inlåst område.
- Flera personer lyfte även kommunikation och showcase som viktiga erfarenheter från sina testbäddar och något att ta med sig i utformningen av en ny testbädd. Att de dialoger, diskussioner och den samverkan som startats genom möjlighet att testa i en testbädd i sig var väldigt viktiga, inte enbart resultatet från testerna.

De värdefulla tips vi fått under intervjuerna tar vi med oss på följande vis i vårt framtida arbete, dessa är:

- Marknadsundersökning för att säkerställa hur en långsiktighet kan uppnås behöver göras innan man bestämmer sig för att utforma en ny testbäddmiljö.
- En bred förankring hos beställare av den typen av lösningar som kan testas kommer att behövas för att möjligheten att testa ska få genomslag i branschen.

Samarbete med dagvattenguiden både i detta projekt och framöver är ett steg i den riktningen, men sannolikt behövs mer arbete göras, där upphandling är en viktig fråga som behöver beaktas (vilka krav kan offentliga myndigheter ställa vid upphandling, hur svarar provning upp mot dessa krav och vilken kunskap kan förmedlas om detta till upphandlande myndigheter).

- Testbädden bör utformas i syfte att även kunna fungera som utbildnings/kommunikationscentral. Både möjlighet att använda testbädden som kunskapssökande plats för t.ex. studiebesök men också möjligheten för företag som hyr testbädden för produktutveckling att kunna skylta med sina försök har lyfts i intervjuer och är intressanta saker att ta med sig vid utveckling av testbädd.
- Behovet av att kunna minska kostnader för provning. Kostnadsdrivande delar av provningen som tagits upp vid intervjuerna är personalkostnader, analyskostnader och avfallshantering i den mån som utgående vatten efter provning behöver tas omhand som avfall. Minskad personalkostnad föreslås t.ex. genom högre grad automatisering och att testbädden är belägen i närheten av driftspersonal ordinarie arbetsplats). Möjligheten att minska förknippade analyskostnader kan ske t.ex. genom att komplettera analyser med sensormätning och därigenom glesa ut antalet prover som skickas för analys. En förutsättning för att detta ska kunna ske är att standarden tillåter sensormätning som komplement till ordinarie labb-analyser.

Utifrån den information som erhållits genom intervjuerna bedömer vi att det finns många fördelar men få nackdelar med en mobil testanläggning. Alla intervjupersoner ansåg att det fanns fördelar med att användningen kan göras mer flexibel då anläggningen kan ställas upp hos olika aktörer och enklare anpassas för olika användningar. Den nackdel som lyftes angående mobil anläggning vid en intervju är att mycket material normalt går åt vid anpassningar för uppställning hos kund, som inte alltid kan återbrukas. I en fast installation är mängden material som går åt per provning minimal eftersom uppställningen ser närmast likadan ut varje gång. Vikten av att kunna specificera vad som anses vara en oberoende tredjepartstest och vad som inte är det lyftes som ett tydligt behov så att inga frågetecken finns för vare sig industrikunder eller beställare av reningsanläggningar om testbädden används flexibelt. Skillnader i kostnader mellan att bygga en anläggning som fast testbädd och som mobil behöver utredas ytterligare, tillsammans med en mer omfattande marknadsanalys innan form för testanläggning slutligen slås fast.

## 7.2 Intervjuade testbäddar

I detta kapitel presenteras kort de testbäddar från vilka vi genom intervjuer inhämtat kunskap och erfarenheter.

### 7.2.1 Testbädd HSB living lab – takdagvattenhantering

I det större projektet ”HSB living lab”<sup>3</sup> som kan ses som en stor testbädd för en rad olika faktorer inkluderades en testbädd i syfte att titta på hanteringen av takdagvatten från ett flerbostadshus. Bostadstaket har byggts så att halva takytan rinner av åt ett håll medan andra halvan rinner av och samlas ihop åt ett annat håll. Takytorerna är i stort

---

<sup>3</sup> <https://www.hsb.se/hsblivinglab/>

sett identiska. Detta möjliggjorde att man i testbädden kunnat testa två olika växtbäddar för att hantera takdagvattnet och jämföra dem med varandra. Tanken var från början att man skulle ha utvärderat dagvattenrening i testbädden, men eftersom vattnet till anläggningarna var så rent fick man tänka om och har istället använt testbädden framförallt för att utvärdera fördröjning och skötsel. Delprojektledare för dagvattentestbädden har varit RISE enheten Urban Water Management. Projektet som var Vinnova-finansierat löpte från 2016-2020. Växtbäddarna kommer att vara kvar, men övergår till HSBs ägo och tester upphör troligen. Under projektet har de olika materialen i växtbäddarna utvärderats ur kapacitetssynpunkt i fråga om fördröjning. Växterna har också utvärderats. Viktiga lärdomar från projektet har bland annat varit att inkommande vattenkvalitet är väldigt avgörande för vilken typ av tester som kan utföras i testbädden. Även vikten av att ha tillgång till att faktiskt enkelt kunna besöka testbädden som ansvarig personal har visat sig vara kritiskt, även när planen är att testbädden ska kunna vara självgående med hjälp av sensorer och annan utrustning blir restid och reskostnader snabbt kostnadsdrivande vid problem med utrustningen. I detta fall blev även väderberoendet vid provtagning kritiskt. Att undersöka förutsättningarna, både tekniskt och marknadsmässigt, för testbädd rekommenderas för ett lyckat projekt. Positivt med testbädden har varit många saker, men kanske framförallt den samlande kraft det haft, att testbädden gjort att många aktörer fått kännedom om dagvattenhantering och kunnat dra lärdom från projektet.

### 7.2.2 Testbädd Flen – dagvattenrening av spikat dagvatten

Denna testbädd byggdes upp av Rent Dagvatten – en sammanslutning av teknikleverantörer - i syfte att kunna testa brunnsfilter för dagvatten och bestod av en mottagningstank, pumputrustning för att pumpa vattnet från mottagningstanken till en brunn där brunnsfilter som skulle testas installerades samt en ihopsamlingstank för det renade avloppsvattnet. Det inkommande dricksvattnet spikades med bly, koppar, zink och kadmium, ofta i löst form, men tester med sedimenttillsats förekom också. Investeringskostnaderna kunde hållas låga genom att utrustningen men de tester som gjordes var i gengäld arbetsintensiva eftersom testbädden saknade automatiseringsutrustning. Testbädden fungerade väl för sitt syfte, men en av de erfarenheter som lyftes fram under intervjun som erfarenhet från testbäddsarbetet var hur kostnadsdrivande analyserna blir för att kunna säkra testad anläggnings funktion. Vill man hålla nere kostnader för testning skulle analyskostnader behöva ses över, eventuella möjligheter att komplettera labbanalyser med sensorövervakning skulle kunna vara ett sådant sätt. En lärdom är också att man kan komma långt med en låg grad automatisering och avancerad utrustning, men då är man beroende av att tester inte ska pågå under allt för lång tid för att inte personalkostnaderna ska äta upp projektkostnader istället. För återcirkulering av vatten under tester är behovet ännu större av möjlighet att kontrollera halter på ett snabbare sätt än att behöva invänta analysresultat från inskickade prover.

### 7.2.3 Testbädd Järnbrottsdamm - containerbaserad dagvattenrening av väg dagvatten

Denna testbädd är uppbyggd i container och ägs av Chalmers. Den har fungerat som en forskningsstation för on-site-dagvattenrening vid dag Hammarskjölds väg i Göteborg. I testbädden pumpas dagvatten upp från en dagvattenledning till en mottagningstank

This work by RISE Research Institutes of Sweden is, except where otherwise noted, licensed under CC BY 4.0. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

och fördelas ut på linjer där olika filtermaterial testas. Det är inte hela filter utan enbart materialets egenskaper som testas. Testbädden går på automatik och pumpar upp vatten från dagvattenledningen när tillräckligt flöde uppmäts i ledningen. Provtagning på inkommande och utgående vatten är också automatiserad och sker flödesproportionellt. Efter dagvattenrening och provtagning släpps vattnet tillbaka till dagvattenledningen igen, vilket går bra eftersom inga föroreningar tillsätts i testbädden. Även om testbädden är containerbaserad har den hittills använts på samma ställe, men i lite olika projekt sedan den kom på plats ungefär år 2016. Viktiga erfarenheter som lyfts fram från arbetet med denna testbädd är att det fungerat bra att använda sig av riktigt dagvatten med sediment från ledningen och att automatiken fungerat så bra. Dock är ju investeringskostnaderna högre än en enklare uppställning och det var ganska arbetskrävande att planera och inreda containern. Det var väldigt positivt att kunna testa flera olika material simultant, och att automatiken gjorde att man kunde få prover på alla delar av regnet. Dock var dagvattnet lite "för rent" sannolikt fick man inte med allt sediment beroende på slangens placering i dagvattenledningen. Det var också, på grund av kapaciteten i pump och inkommande kärl svårt att simulera riktiga höglöden, men hade kanske kunnat gå att lösa genom att styra om flödet i tur och ordning till enbart en av de fyra bäddarna. I stort har testbädden fungerat väl och resulterat i en rad artiklar. Plats blir förstas en kritisk parameter för en containerlösning, liksom möjligheten till anpassning som kan bli begränsad i en container där det finns begränsat utrymme.

#### 7.2.4 Testbädd småskalig avloppsrening – testning av små reningsanläggningar för hushållspillvatten

Testbädden för småskalig avloppsrening är uppbyggd för provning av reningseffektivitet enligt standard SS\_EN\_12566\_3\_2016\_EN - Förtillverkade avloppsanläggningar. Under några år utförde man ackrediterad provning och gav ut underlag för CE-märkning av reningsanläggningar för upp till 50 PE, men är av kostnadsskäl inte längre ackrediterat organ då kundunderlaget inte var tillräckligt stort. Testning sker fortfarande som uppdrag mot kunder i testbädden och kan vid önskemål ske som oberoende test enligt standarden dock utan möjlighet att använda testrapporten som underlag för CE-märkning. Anläggningen som byggdes 2012-2013 har kapacitet att testa upp till fyra olika reningsanläggningar (t.ex. minireningsverk) samtidigt i fyra separata linjer. Spillvattnet tas från en pumpstation för kommunalt hushållspillvatten och kan spädas med klosettavloppsvatten som via vakuumsystem samlas inkommer till pumpstationen, eller med dricksvatten, för att möta standardens krav eller specifika kundkrav. Testbädden är till hög grad automatiserad och test av avloppsanläggningar sker i regel under lång tid (varje test tar i regel mer än 35 veckor). Anläggningen går dygnet runt med hjälp av automatik och provtagningsdygn kan ställas in genom fjärranslutning liksom att kontrollera funktion och slå igång/slå av utrustning. Provtagningen sker på både inkommande och utgående vatten automatiskt och flödesproportionellt. Eftersom anläggningen hanterar hushållspillvatten krävs drift och rengöring av utrustning och att man därför är på plats cirka en gång per vecka, och vid provtagning behöver proverna hämtas och lämnas in till laboratorium för analys. Styrning av inkommande vattenkvalitet styrs med hjälp av en onlinemätare som mäter halten suspenderat material i blandningskärlet och antingen blandar in klosettavloppsvatten eller dricksvatten för att uppnå en vattenkvalitet som uppfyller

standardens krav på inkommande vatten. Testbäddens storlek och höga utrustningsnivå gör den till en av de mer kostsamma testanläggningarna som undersökts i denna studie. Viktiga erfarenheter från arbetet med denna testbädd är bland annat att det är viktigt att undersöka kundunderlaget inför etablering av testbädd. Att tänka på framtida arbetsmiljön vid testning under projekteringen är också viktigt. Vattenkvaliteten och tillgång till inkommande vatten är extremt kritiskt för standardiserade tester och en viktig faktor att beakta i planerandet av ny testbädd. Om testbädden innehåller automatik och styrning som en viktig parameter är det viktigt för testbäddsägaren att också kunna säkra underhåll och drift av styrsystemet långsiktigt.

## 7.2.5 Testbädd Bluegreen city lab – testning av blå-gröna lösningar i staden

Blue greencity lab är ett projekt som pågått sedan januari 2017 och som konceptuellt skiljer sig från de övriga testbäddarna som vi tittat på i studien. Testbädden består inte av ett utrymme eller en uppsättning utrustning för testning av en viss typ av rening eller anläggningar. Testbäddens gräns är istället definierat av Malmö kommuns gränser och handlar snarare om att vara en kunskaps- och samverkansnod för framtagande av kunskap inom blågröna dagvattenlösningar. Inom projektet sker flera olika tester och piloter och det finns showcases för att testa och samtidigt sprida kunskap om ämnet. Genom projektet matchas teknikleverantörer med byggherrar och beställare av dagvattenlösningar baserat på vilka krav som ställs på dagvattenlösningen på den tilltänkta platsen. Hjälpen kan fås att sätta upp tester och lösningar kan testas både i teorin via ett digitalt verktyg och att det inom projektet byggs upp en rad pilotanläggningar för testning av etablerad och ny dagvattenteknik. Viktiga lärdomar från projektet är att mycket projekttid har gått åt till att definiera vad testbädden är och vad den kan erbjuda. Fruktgivande diskussioner som landat på ett bra sätt, men som tagit mycket tid av projektet.

En viktig faktor som också lyfts i intervjun är att kostnader för både testutrustning och analyser kan bli omfattande och måste beaktas när man räknar på projektet. I ansökan till denna testbädd hade man inte budgeterat tillräckliga resurser för testutrustning och analyser för att kunna uppnå det ursprungliga syftet med testbädden – att kunna vara ett beställarstöd och utvärdera vilka blågröna lösningar som var bäst för olika syften genom att kunna utvärdera lösningar med t.ex. någon form av värdering där anläggningarna utvärderades för t.ex. fördröjningskapacitet, robusthet, reningskapacitet, bidrag till biologisk mångfald med mera. När resurser för att kunna mäta dessa effekter saknades definierades syftet med testbädden om, och har landat i en annan typ av modell för testverksamheten som också gett goda resultat men som skiljer sig från de ursprungliga tankarna.

I de utförda testerna som är många och olika, men som är installerade i verkliga förhållanden är det också tydligt att drift och underhåll av anläggningarna är oerhört viktigt för funktionen och bör planeras i samband med upplägget av testerna. En viktig lärdom har vidare varit att beroende på lösning som ska testas är tidsperspektivet väldigt viktigt. Om lösningen innehåller växter som del av funktionen har dessa en etableringsfas som behöver tas med i upplägget av testet. En fråga som också diskuterats inom projektet är hur dagvattenlösningar ska kunna implementeras på ett bra sätt brett i samhället när juridiken i dagsläget inte är tydlig på ansvarsfördelning



mellan parter och hur miljöfaktorer kan vägas in på ett bra sätt i upphandlingen. Policys och lagar skulle behöva ändras för att arbetet ska underlättas med att implementera lösningar som i sin tur hjälper oss nå miljömål och samhällsnyttor.

## 7.2.6 Mobil biogaspilot – flexibel containerbaserad testbädd för projekt inom biogasproduktion och vattenrening

Den sista testbädden som intervjuats inom ramen för denna studie är utformad som en mobil pilotanläggning för biogasproduktion. Även denna pilotanläggning ägs av RISE enhet kretsloppsteknik i Uppsala. Pilotanläggningen som är byggd i en container planerades dock kunna användas i en rad olika tillämpningar och har också använts i en stor mängd olika projekt och tillämpningsområden. I grundutförandet består testbädden grovt av en mottagningstank för substrat, en tank för värmning och vägning av substrat innan inpumpning till röt-kammartank med gasficka samt ett gassystem för fackling av producerad gas, plus utrustning för pumpning, gasanalys och uttag av manuella prov.

Under perioder har röt-kammaren byggts om för att användas i andra syften, till exempel när anläggningen under en period fungerade som membranrening för sulfatreduktion av gruvavloppsvatten. Viktiga lärdomar från denna anläggning är att det finns stora vinster med att bygga anläggningar som kan användas under lång tid och där utformningen är så flexibel att användningen kan varieras. Även outnyttjade anläggningar kostar pengar och därför är det positivt om grundutförandet kan vara så flexibelt att man kan variera upplägg och kundtyp för att utöka användningstiden för testbädden. Gällande utformning så har man varit väldigt nöjd med att ha pilotanläggningen i container och den har använts inte bara i olika tillämpningar men också på en stor mängd olika platser i landet. En lärdom är dock att man, om man skulle bygga på nytt, skulle välja en ordinarie skeppscontainer och inte en specialcontainer på lastväxlarflak. Detta av då skeppscontainrar är standardiserade för att kunna lastas på varandra, dvs vid lagring av en inaktiv testbädd i en större park av testbäddar kan de staplas på varandra och på så sätt inte kosta lika mycket i avställningsyta. Lastväxlarflaket innebär också högre transportkostnader än en standardiserad skeppscontainer. Den höga vinkeln vid lastning och lossning av container på lastväxlarflak är också en utmaning då den innebär att all utrustning måste surras fast väldigt ordentligt för att inte åka runt vid lastning och lossning. Även denna testbädd hade relativt höga investeringskostnader och en viktig iakttagelse är att testprojekt i testbädden inte blev lönsamma förrän avskrivningstiden för investeringarna var avskrivna. En genomtänkt affärsmodell behövs för att kunna driva testbädden långsiktigt, och det är viktigt att som testbäddsägare också beakta de följd effekter som testbädden kan få, t.ex. möjlighet att dra in fler och andra typer av uppdrag som möjliggörs av testbädden, även om detta inte alltid är enkelt att kvantifiera.

## 8 Enkätstudie

Tillsammans med projektet *Klassning av prefabricerade reningsanläggningar för dagvatten* finansierat av Naturvårdsverket som pågick parallellt med detta projekt genomfördes enkätstudie. Enkätstudien bestod av två enkäter varav den ena riktades

mot teknikleverantörer och den andra mot beställare/kravställare. Enkäterna besvarades av tre teknikleverantörer och nio beställare/kravställare. Det låga deltagandet gör att resultaten inte kan generaliseras men de ger intressanta indikationer.

Enkäten till teknikleverantörer handlade om vilka kompakta prefabricerade dagvattenanläggningar de har i sitt sortiment och vilka föroreningar de avskiljer, vilket behov de ser av standard och vad den bör innefatta, vilket behov de ser av testbädd och vad testbädden ska kunna mäta, om de ser behov av en mobil testbädd, vilka krav som ställs på deras produkter idag och hur dem testas samt vilka möjligheter, utmaningar och farhågor de ser med en standard och testbädd.

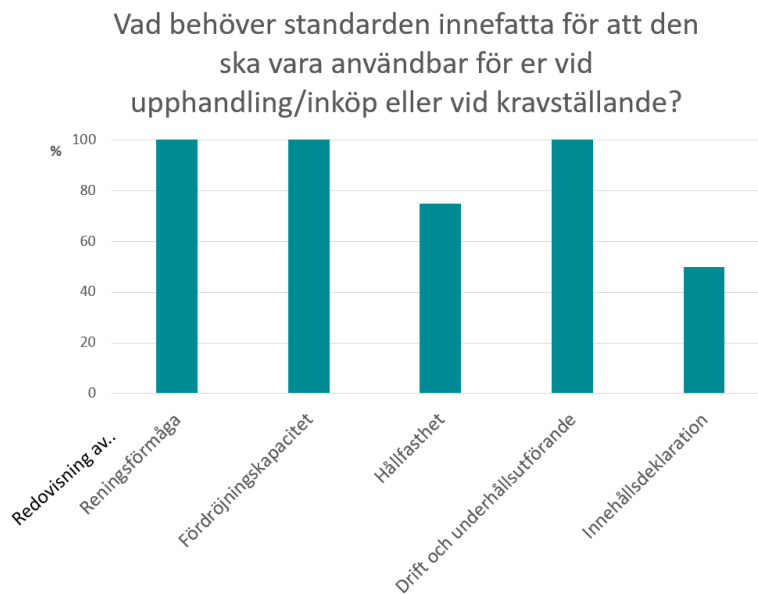
Enkäten till kravställare handlade om vilka krav de ställer idag på dagvattenhantering, om de skulle ställa krav på test enligt standard om det fanns en, vad standarden behöver innefatta för att vara till nytta, om det finns behov av testbädd för test enligt standarden och vad testbädden ska kunna testa samt vilka möjligheter, utmaningar och farhågor de ser med en standard och testbädd.

Enkäten uppfördes på VA guidens hemsida och spreds genom VA guidens kontaktnät. Enkäten var tillgänglig under december 2020 och januari 2021.

## 8.1 Resultat från enkätstudie

Enkäten visar att teknikleverantörer idag främst får krav från beställare på att anläggningarna ska klara vissa halter eller reningseffekter eller att anläggningarna ska vara av en viss volym och/eller att filterkassetter ska vara av en viss storlek. Teknikleverantörerna visar vanligen att kraven uppfylls igenom fältnätningar som kunder utför samt genom schablonvärden.

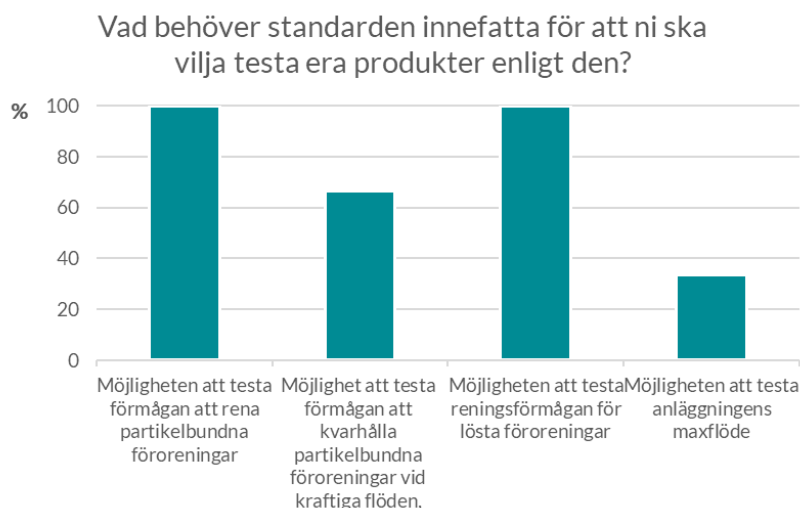
Samtliga beställare/kravställare som deltog i enkäten angav att om det fanns en standard skulle de ställa krav på att de anläggningar som byggs eller som de beställer ska vara testade med godkänt resultat enligt standarden. De motiverar detta med att en standard underlättar kommunikationen med exempelvis tillsynsmyndigheter samt att det förenklar bedömningen av vilka anläggningar som klarar specifika krav. Det som de vill att standarden ska innefatta och därmed testbädden kunna testa enligt är främst reningsförmåga och drift och underhållsförfarande, se figur 5.



Figur 5. Beställare och kravställares önskemål att ingå i standarden och därmed vad som ska gå att testa i testbädden.

Gällande vilka ämnen beställare/kravställare önskar att ingå i standarden och testbädden testas för är näringsämnen (kväve och fosfor), suspenderat material, olja och metaller nämnda av flera. Temperatur, pH-värde, kemikalier och polycykliska aromatiska kolväten (PAH) är också angivna men endast av en beställare/kravställare. Man önskar även att reningsgraden anges samt att hur flödet påverkar reningen anges. Några önskade att ämnen i lokala, regionala eller EU-krav såsom exempelvis miljöpolicy eller miljö kvalitetsnormer (MKN) ingår i standarden men då standarden behöver vara Sverige-generell är inte lämpligt i standarden men kan analyseras i testbädden som tillval. Man trycker även på att det är viktigt att det finns en bra och tillförlitlig analysmetod för de ämnen som kommer att ingå i standarden.

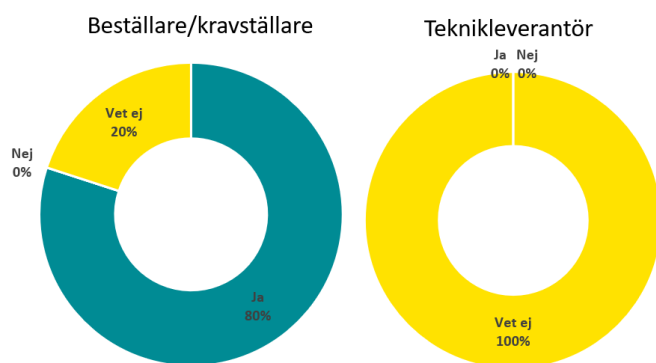
Teknikleverantörerna fick frågan om de ser ett behov av en standard och om de är villiga att betala för utvärdering av anläggningar. Två svarade "Vet ej" och en svarade "Ja". Teknikleverantören som svarade ja motiverade med att det idag är säkerhet kring vad som gäller vilket är tidskrävande och standard och utvärdering skulle därmed skapa tydlighet. På frågan vad teknikleverantörer önskar att standarden innefattar för att de ska vilja testa sin anläggning enligt den angav samtliga förmåga att avskilja partikelbundna föroreningar samt förmåga att avskilja lösta föroreningar, se figur 6.



Figur 6. Teknikleverantörers önskemål över vad standarden ska innefatta för att de ska vilja testa sina produkter enligt den.

Både beställare/kravställare fick frågan om de ser ett behov av att dagvattenanläggningar ska kunna testas av enligt standard av en oberoende tredje part. Samtliga teknikleverantörer svarade "Vet ej" medan majoriteten (80%) av beställare/kravställare angav "Ja", se figur 7.

Ser ni ett behov av att dagvattenanläggningar kan testas enligt standard av en oberoende tredje part?



Figur 7. Resultat från beställare/kravställare respektive teknikleverantörer på frågan om de ser ett behov av att dagvattenanläggningar kan testas enligt standard av en oberoende tredje part.

Slutligen ställdes en fråga i båda enkäterna om vilka möjligheter, utmaningar och farhågor deltagarna ser med en standard och en testbädd, sammanställning över de svaren ses i tabell 3.

Tabell 3. Sammanställningar över möjligheter, farhågor och utmaningar med standard och testbädd. Observera att svaren inte är ordagrant hämtade från enkäten.

<b>Aspekter på standard och testbädd som testas enligt standard</b>		
	<b>Beställare/kravställare</b>	<b>Teknikleverantörer</b>
<b>Möjligheter</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Många möjligheter!</li> <li>• Bättre kunna jämföra tekniker och därmed underlätta teknikval.</li> <li>• Fler anläggningar kan komma på plats genom ett enklare förfarande.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Det kan skapa mer struktur och tydlighet</li> <li>• Utbyggnationen av anläggningar ger tydligare spelregler</li> </ul>
<b>Farhågor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Få kommer kunna leverera initialt, vilket ger lång leveranstid vid kravställning i projekt.</li> <li>• När den finns tror många att det är en sanning när det är ett vetenskapligt resultat.</li> <li>• Ökade kostnader.</li> <li>• Orättvis konkurrens</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökade kostnader utan resultat</li> </ul>
<b>Utmaningar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Osäkerhet då det är svårt att utvärdera avskiljning med olika flöden och vattenkvalitet över tid</li> <li>• Anläggningar behöver dimensioneras rätt för avsedd funktion.</li> </ul>	

## 9 Resultat från workshop

Tillsammans med projektet *Klassning av prefabricerade reningsanläggningar för dagvatten* finansierat av Naturvårdsverket som pågick parallellt med detta projekt genomfördes en halvdagsworkshop 19 januari 2021. Workshopen genomfördes digitalt och knappt 30 deltagare från främst kommun, VA-organisation, teknikleverantör och universitet anslöt. Workshopen genomfördes med presentation av de båda projekten, presentation av resultat från enkätstudien, presentation från branschorganisationen Svenskt vatten, presentation från SIS Svenska institutet för standarder och en gruppdiskussion. Mellan samtliga moment och under gruppdiskussionen framkom mycket tankar, åsikter och frågor.

Tillverkare som deltog vid workshopen reagerade t.ex. på utformningen av provningen i Tyskland där avskiljning av vissa ämnen enbart testas i labbskala och inte i fullskala. Huruvida egna tester för produktutveckling är intressant var olika intressant hos olika tillverkare.

En viss oro lyftes från tillverkarna angående kostnader för provningar – risk att marknaden skevas eller att anläggningarna blir för kostsamma om krav på provning införs. I huvudsak såg dock tillverkarna som medverkade i workshopen positivt på möjligheten att få sina anläggningar oberoende testade enligt en standard, förutsatt att marknaden gynnar testade produkter i den mån som kostnaderna ökar. Kanske kan en nationell kravställning skulle vara fördelaktig i arbetet med dagvatten för att säkerställa kravnivå över landet och efterfråga testade anläggningar.

En viktig diskussion som uppstod på workshopen var möjligheten att testa anläggningarna även med olika förorenat inkommande vatten, med hänvisning till att dagvattenanläggningar används i olika miljöer med helt olika föroreningsbelastningar.

Olika anläggningar kan vara olika effektiva vid olika föroreningsgrad och bör därför kunna testas och beskrivas efter dessa olika förutsättningar för att säkerställa att rätt anläggning installeras på rätt plats. Exempelvis kan behovet av reningseffektivitet på dagvatten vid en milt trafikerad innergård jämfört med en hårt trafikerad riksväg vara fundamentalt olika.

I olika grupper under workshoppen lyftes också behovet av att testningen utmynnar i kommunicerbara resultat som har bred acceptans, som både kan användas i upphandling och teknikval – men som även fungerar som underlag vid dialog med tillsynsmyndigheter. Vikten att kunna använda provningsrapporten i dialog med tillsynsmyndigheterna var en diskussion som av vissa kommuner lyftes som oerhört kritiskt för möjligheten att implementera de testade dagvattenlösningarna.

En annan sak som lyftes var behovet av drift och underhåll för reningsanläggningar för att de ska ha avsedd funktion och hur man kan tillse att detta finns med i en kommande standard och testning. Att ha med drift och underhåll i samma standard som själva utvärderingen av reningseffekter konstaterades ha både för och nackdelar, men det är en viktig fråga att ha med sig, och som också kopplar till frågor om anläggningens långsiktiga funktion och om möjligheterna att testa för sådan. Det diskuterades också hur frågor kring vanliga driftproblem som kan påverka anläggningens funktion, såsom igensättning med skräp, löv med mera kan hanteras.

Sammanfattningsvis gav workshoppen mycket inspel till projektet och gav goda möjligheter att knyta ytterligare kontakter och sprida kännedom om projektet.

## 10 Slutsatser

Denna förstudie har identifierat och påbörjat att besvara en variation av frågeställningar. Många frågor behöver nu en djupare analys och ställningstaganden för det vidare arbetet.

Ett oberoende tredjepartstest ska alltid utföras av oberoende tredjepart och kan aldrig göras av tillverkaren själv. Om det finns en standard som reningsanläggningen faller inom sker tredjepartstestet i regel enligt standarden för att möjliggöra representativa jämförelser mellan olika tillverkare och anläggningar. Det oberoende tredjepartstestet beställs då av anläggningsägaren och testerna utförs enligt standard. Under testet är det viktigt att säkerställa att enbart den oberoende parten har tillgång till anläggningen under provningen, så att inga ändringar sker som inte är tillåtna och att ändringar som görs under provningens gång dokumenteras och rapporteras när resultatet sammanställs. Ett oberoende tredjepartstest resulterar i en standardiserad testrapport som utförs i enlighet med kraven på rapport som anges i standarden. Om testbädden anläggs som en mobil anläggning i RISE regi föreslås oberoende tredjepartstester ske genom uppställning av testbädden företrädesvis i Ultuna vid RISE Uppsala-kontor (vid tester av dagvattenrening med spikat dricksvatten) eller vid RISE befintliga testbädd för småskalig avloppsrening i Bälunge norr om Uppsala (vid tester av BDT-vattenlösningar och andra tester som kräver tillgång till spillvatten/klosettatten).

En stor vinst med att göra testbädden mobil är dock att andra typer av tester förenklas. Genom en mobil utformning möjliggörs såväl uthyrning av testbädden till tillverkare som till en billigare kostnad kan utnyttja testbäddens kapacitet för produktutveckling

och egna försök. Genom en mobil anläggning förenklas även användning i t.ex. olika forskningsapplikationer där man vill ställa upp anläggningen i t.ex. en trafikmiljö där man sett ett behov av dagvattenrening och vill utvärdera reningslösningen på det platsspecifika dagvattnet innan storskaliga och kostsamma installationer av en reningslösning.

För att visa upp anläggningen och använda den i syfte att visa och utbilda i dagvattenrening är en uppställning vid Ultuna en bra placering. I området finns många människor i omlopp, och bland annat Sveriges Lantbruksuniversitet håller till i området, där bland annat landskapsarkitekter och ingenjörer inom markvetenskap utbildas. Området är också lättillgängligt med cykel och lokaltrafik från Uppsala, möjlighet att ordna studiebesök med möten/genomgångar i RISE lokaler finns. En uppställning (fast eller mobil) vid befintlig testbädd för småskalig avloppsrening är sämre sett ur denna synvinkel eftersom området är lite svårtillgängligt utan bil och att få passerar i området. Att RISE saknar egna lokaler för att servera kaffe och te eller hålla möten/genomgångar i anslutning till testbädden för småskalig avloppsrening är också en nackdel.

Vid containerlösning som är uppställd hos kund eller vid trafikyta finns möjligheter, beroende på plats, att skylta om verksamheten i testbädden för att sprida kunskap och skapa diskussion.

## 10.1 Vidare arbete

Det är viktigt att även under fortsättning av detta projekt följa vilken efterfrågan och kravställning som finns eller kan vara på väg så att det direkt byggs in i testbädden. Utvecklingen av testbädden följer noggrant arbetet med att ta fram en standard för test av dagvattenanläggningar så att testbädden lever upp till standardens krav och så att standarden kan utvecklas med hjälp av testbädden.

Vi ser en lämplig fortsättning på detta projekt i två steg enligt:

### Steg 1

- Undersöka affärsmodell
- Bestämma utformning vilket kräver att viss mer information tas fram
- Projektera anläggning

### Steg 2

- Bygga anläggning
- Testa och utvärdera anläggning
- Testa och utvärdera standarden för dagvattenanläggningar i anläggningen

Through our international collaboration programmes with academia, industry, and the public sector, we ensure the competitiveness of the Swedish business community on an international level and contribute to a sustainable society. Our 2,200 employees support and promote all manner of innovative processes, and our roughly 100 testbeds and demonstration facilities are instrumental in developing the future-proofing of products, technologies, and services. RISE Research Institutes of Sweden is fully owned by the Swedish state.

I internationell samverkan med akademi, näringsliv och offentlig sektor bidrar vi till ett konkurrenskraftigt näringsliv och ett hållbart samhälle. RISE 2 200 medarbetare driver och stöder alla typer av innovationsprocesser. Vi erbjuder ett 100-tal test- och demonstrationsmiljöer för framtidssäkra produkter, tekniker och tjänster. RISE Research Institutes of Sweden ägs av svenska staten.



RISE Research Institutes of Sweden AB Box 7033, 750 07 UPPSALA Telefon: 010-516 50 00 E-post: <a href="mailto:info@ri.se">info@ri.se</a> , Internet: <a href="http://www.ri.se">www.ri.se</a>	Urban Water management & Kretsloppsteknik RISE Rapport : 2021:27 ISBN: 978-91-89385-12-2
--	---