

Brita Stenvall, Helene Sörelius

2021-03-31

Klassning av
dagvattenreningsanläggningar

1 (36)

Division Samhällsbyggnad
073 073 57 62

Brita.Stenvall@ri.se

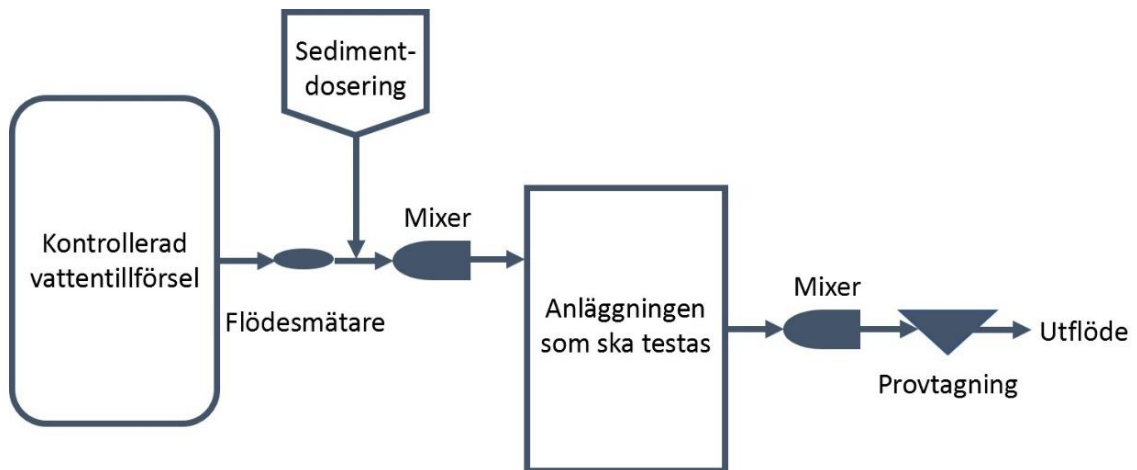
Klassning av dagvattenreningsanläggningar

En utredning finansierad av Naturvårdsverket

RISE Research Institutes of Sweden AB Urban Water Management

Utfört av

Brita Stenvall, Helene Sörelius



RISE Research Institutes of Sweden AB

Postadress

Besöksadress

Tfn / Fax / E-post

Box 857
501 15 BORÅS

Landholmspiren 7 A
417 56 GÖTEBORG

010-516 50 00
033-13 55 02
info@ri.se

Innehåll

Bakgrund	3
Behov av prefabricerade och kompakta dagvattenanläggningar	3
Därför behövs en standard	3
Förslag till standard för utvärdering har tagits fram inom ett Vinnovaprojekt	3
Därför behövs en klassning	4
Avgränsning mot projektet Förstudie för testbädd för dagvattenanläggningar	4
Syfte och mål	4
Metod	5
Resultat	5
Kravställning, klassning och standarder i andra länder	5
Sammanställning av testresultat från utvärderingar av prefabricerade dagvattenanläggningar	8
Förslag på klassning	17
Förslag till standard och kvarstående utredningsbehov	19
Samverkan och dialog med aktörer i branschen	21
Diskussion och slutsatser	27
Fortsatt arbete	27
Referenser	28
Bilaga 1: Förslag till branschstandard för utvärdering av prefabricerade dagvattenreningsanläggningars funktion	29

Bakgrund

Behov av prefabricerade och kompakta dagvattenanläggningar

Dagvattenavrinning ifrån urbana områden har identifierats som en betydande källa för olika typer av föroreningar som påverkar både den ekologiska och kemiska statusen i sjöar och vattendrag (Chocat, 2001; Marsalek, 2008). Därför växer behovet för att begränsa utsläppet av föroreningar från dagvatten för att skydda recipienter. I Sverige har man inte lyckats att sätta nationella riktvärden för utsläpp av förorenat dagvatten. Ett antal kommuner har dock tagit fram egna krav och riktlinjer, ofta baserat på de lokala recipienternas förutsättningar (t.ex. Göteborgs Stad 2013). Vilken juridisk legitimitet dessa krav har är dock oklart. Avsaknaden av riktvärden eller metodik att översätta vilken dagvattenbelastning recipienten tål, försvårar många kommuners arbete med att uppnå miljökvalitetsnormer och följa vattendirektivet. Detta innebär även att det blir svårt att säkerställa att en hållbar dagvattenhantering kan åstadkommas. Sammantaget skapar detta en osäkerhet i branschen med resultatet att åtgärder försenas eller helt uteblir.

Det finns ett stort antal åtgärder för att minska dagvattnets föroreningsinnehåll och dess negativa påverkan på recipienter. Prefabricerade och kompakta dagvattenanläggningar (på engelska: manufactured treatment devices), som brunnsfilter eller underjordiska sedimentationsanläggningar, är en del av helhetslösningen. De kan vara effektiva lösningar där plats är en begränsande faktor och höga föroreningsmängder genereras (Roseen et al., 2006; Sample et al., 2012). Detta är vanligtvis fallet i tät bebyggd miljö. Anläggningarna kan placeras uppströms öppna dagvattenlösningar för att t.ex. minska risken för igensättningar eller nedströms som ett extra reningssteg.

Därför behövs en standard

Kontinuerligt kommer nya tekniska lösningar ut på marknaden som marknadsförs av olika tillverkare, ofta med hänvisning till höga reningsgrader och litet underhållsbehov. Dock har det sällan utförts oberoende tredjepartstester som bevisar effektiviteten 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 reningsfunktionen över längre tid måste säkerställas.

Vidare är det mycket komplicerat, tidskrävande och dyrt att utvärdera dagvattenanläggningars prestanda i fält. I synnerhet om syftet är att jämföra funktionen (tex reningseffekten) mellan olika anläggningstyper. Flertalet faktorer påverkar hur väl anläggningarna presterar. Exempel på detta är partikelstorleksfördelning, koncentrationer och sammansättning av föroreningar i inkommande dagvatten, pH, temperatur, flödes hastighet, underhåll mm. Därtill kommer ofta svårigheter med att få flödesprovtagnarna att fungera tillfredställande i fält. En standardiserad testmetod som utförs i labbmiljö möjliggör en kontroll av alla dessa faktorer. Detta förväntas att ge ett ökat förtroende till de testresultat som presenteras.

Ett växande intresse har identifierats av att kunna påvisa effektiviteten av de lösningar man väljer för att rena dagvattenutsläpp. I andra länder har man utvecklat olika typer av standarder för utvärdering av prefabricerade dagvattenlösningar. Exempel finns i Storbritannien och vissa delstater i USA.

Förslag till standard för utvärdering har tagits fram inom ett Vinnovaprojekt

I ett Vinnova-finansierat projekt som drevs av RISE, ”Testbädd för rening och fördröjning av dagvatten”, utvecklades ett förslag till svensk standard för utvärdering av reningsgraden för prefabricerade dagvattenanläggningar genom standardiserade tester i labbmiljö (Borris et al., 2019). Förslaget till standard, se bilaga 1, togs fram i tät dialog med olika aktörer i branschen

(Havs- och Vattenmyndigheten, Svensk Vatten, Naturvårdsverket, Boverket och ett antal kommunala VA-bolag) för att ta hänsyn till de förhållanden som råder i Sverige. I standarden beskrivs en metod som ger tillverkarna möjligheten att testa och verifiera reningsfunktionen av sina lösningar under standardiserade förhållanden och jämföra resultat med andra på marknaden, vilket anses vara positivt för teknikutvecklingen. I standarden ingår tester för avskiljning av suspenderat material samt även lösta fraktioner av tungmetaller (koppar och zink) och näringsämnen (fosfor). Att följa en standard är frivilligt och kräver därför acceptans av leverantörer och efterfrågan hos beställare och kravställare.

Därför behövs en klassning

I dagsläget finns inga mått för att bedöma eller klassa anläggningars prestanda, varken i framtaget förslag till standard (Borris et al., 2019) eller övrigt i branschen (ex nationella riktvärden för dagvattenutsläpp). En klassning av exempelvis olika förväntade reningsgrader för olika ämnen, finns i dagsläget för oljeavskiljare och tillämpas i stor omfattning. Den omfattar två klassningar med avseende på opolära kolväten. Vid klass I ligger utsläppsgränsen på 5 mg/l och vid klass II på 100 mg/l (Naturvårdsverket, 2007).

Utveckling av en klassning för prefabricerade dagvattenanläggningar, som anger olika reningsnivåer, skulle underlätta valet av rätt teknik för slutanvändare, såsom kommuner, fastighetsägare och exploatörer. Därigenom underlättas beslutsprocessen vid upphandling. En klassning skulle även förenkla kommunikationen kring vad olika anläggningar och tekniker klarar av, vilket i sin tur kan underlätta dialogen mellan exempelvis fastighetsägare och miljöförvaltningen eller VA-huvudmannen. En klassning förväntas vidare att skapa signifikanta incitament för leverantörer att testa sina anläggningar enligt standarden.

Avgränsning mot projektet Förstudie för testbädd för dagvattenanläggningar

Metoden och testuppställningen som standarden beskriver har inte ännu verifierats i labbmiljö. För att kunna göra detta behövs en testanläggning byggas upp där testerna kan utföras. I ett parallellt pågående RISE- projekt också finansierat av Naturvårdsverket, "Förstudie för testbädd för dagvattenanläggningar", undersöks förutsättningarna för att anlägga en testbädd som kan testa dagvattenanläggningar enligt förslaget till standard.

Syfte och mål

Det ursprungliga syftet med projektet, i enlighet ansökan till Naturvårdsverket, var att komplettera det redan framtagna förslaget till standard av prefabricerade och kompakta dagvattenanläggningar med en klassning av de föroreningar som utvärderas (åtminstone TSS, koppar, zink och fosfor). Målet var att uppdatera förslaget till standard med klassningen och att därefter påbörja en dialog med SIS om hur standarden kan komma in där.

Under projektets gång har syftet ändrats något då ny information framkommit. Den nya informationen handlar om att förslaget till standard, inklusive klassningen, troligast inte kan göras klart för implementering i SIS, utan att ha först verifierats i labbmiljö. Vidare har det under projektets gång och i samarbete med systerprojektet "Förstudie för testbädd för dagvattenanläggningar" uppkommit frågeställningar kopplat till det praktiska genomförandet som metodiken och testuppställningen i förslaget till standard bygger på. Inte alla av dessa frågor (se rubrik Förslag till standard och kvarstående utredningsbehov) har projektet kunnat svara på, varför inte heller ett nytt förslag till standard arbetats fram.

Aktuellt syfte och mål med projekt är enligt punkterna nedan.

- Utifrån en litteraturstudie och tidigare testresultat, föreslå en klassning av prefabricerade och kompakta dagvattenanläggningar avseende avskiljningsgrad av partiklar samt lösta fraktioner av fosfor, koppar och zink.
- Identifiera de specifika frågor och osäkerheter i framtaget av förslag till standard som kräver vidare utredning samt föreslå hur detta kan göras. Utförs i nära dialog med förstudien för testbädden.
- Samverkan och dialog med aktörer i branschen för att förankra och få inspel till förslaget på standard inklusive klassning. Målsättning på sikt är att få in standarden i SIS.

Metod

Projektet består av fyra huvudaktiviteter. (1) En bred litteraturstudie; (2) sammanställning av tidigare testresultat ifrån andra länder och förslag på klassning; (3) samverkan och dialog med aktörer i branschen inklusive samtal med SIS om hur vi kan göra för att få in standarden där; (4) skrivning av en rapport.

Genom en bred litteraturstudie kartläggs exempel på kravställning och klassningar av dagvattenanläggningar ifrån andra länder. Relevanta exempel finns bl.a. i USA, Tyskland och Storbritannien där det finns rutiner att testa prefabricerade dagvattenanläggningar.

En sammanställning av tidigare utvärderingar av prefabricerade dagvattenanläggningar görs genom litteraturstudien samt genom befintliga databaser ifrån andra länder. I databaserna offentliggörs resultat för olika typer av prefabricerade dagvattenanläggningar som har testats under standardiserade betingelser. Denna datasammanställning ger underlag till diskussioner kring klassningar av reningsförmågan av prefabricerade dagvattenanläggningar i Sverige.

Samverkan och dialog med aktörer i branschen utförs genom följande specifika aktiviteter:

- Samtal med SIS och TK198.
- Tre möten med referensgruppen där Svenskt Vatten, Rent Dagvatten, VA-guiden, Kretslopp och Vatten, Trafikverket, Luleå tekniska universitet och SIS ingår.
- Enkätstudie till teknikleverantörer, beställare och kravställare.
- Workshop med ca 30 deltagare, däribland Svenskt Vatten, SIS, olika VA-bolag, universitet, teknikleverantörer mfl.
- Föredrag om de detta projekt samt projektet Förstudie för testbädd för dagvattenanläggningar på VAK (Vatten och Avlopps Konferensen) 2021.

Resultat

Kravställning, klassning och standarder i andra länder

USA, New Jersey

I delstaten New Jersey måste dagvattenanläggningar möta kraven som ställs i delstatens Stormwater management rule (http://www.nj.gov/dep/rules/rules/njac7_8.pdf).

Funktionen av anläggningarna verifieras av NJCAT (NJ Corporation for advanced Technology) och certifieras därefter av NJDEP (NJ Department of Environmental Protection). Standarden bygger på utvärderingar i labbmiljö och den enda föroreningen som analyseras är suspenderat material. En klassning görs för anläggningens förmåga att avskilja suspenderat material.

Klassningen består av två nivåer av avskiljningsgraden för susp, nämligen 80% (Klass I) och 50% (Klass II), se tabell 1.

Information om NJDEP-programmet finns här: <https://www.njstormwater.org/>

USA, Washington

Washington Department of Ecology, TAPE (Technology Assessment Protocol – Ecology). TAPE definierar tre olika nivåer av certifiering baserat på hur omfattande utvärderingar en teknik har gått igenom. I tredje steget kan en teknik uppnå en så kallad General Use Level Designation vilket betyder att tekniken kan användas fritt utan vidare undersökningskrav.

Utvärderingen enligt TAPE-programmet bygger i det tredje steget främst på provtagningar i fält. Labbtester används enbart när eventuella kompletteringar behövs. De föroreningar som testas enligt TAPE är TSS (total suspenderad substans), fosfor, lösta metaller och oljor. Certifieringen görs för var och en av dessa föroreningar individuellt.

I certifieringen enligt TAPE testas anläggningens prestanda i förhållande till parametergränserna som visas i tabellen nedan. För varje förorening anges ett godkänt intervall på inloppskoncentrationen tillsammans med den avskiljningsgrad som anläggningen ska klara. Om halten TSS är högre än 100 mg/l ska minst 80 % reningsgrad uppnås för att klara certifieringen. För löst fraktion av koppar (5-20 µg/l) måste reningsgraden vara större än 30 % och för löst zink (20-300 µg/l) är motsvarande siffra 60 %.

TAPE testar inte långtidfunktionen hos anläggningarna.

Information om TAPE finns här: <https://ecology.wa.gov/Regulations-Permits/Guidance-technical-assistance/Stormwater-permittee-guidance-resources/Emerging-stormwater-treatment-technologies>

Storbritannien

Svenskt Vattens motsvarighet i Storbritannien, British Water, publicerade år 2017 en standard för utvärdering av prefabricerade och kompakta dagvattenanläggningar i labbmiljö (British Water, 2017). Standarden beskriver hur reningseffekten av TSS (total suspenderad substans) samt lösta fraktioner av zink, koppar och fosfor ska mätas och kvantifieras. Det är frivilligt för teknikleverantörerna att följa standarden. Det förefaller inte finnas någon klassning, nationella riktvärden eller motsvarande för dagvattenutsläpp i Storbritannien.

Standarden utvärderar dagvattenanläggningarnas förmåga att kvarhålla TSS vid kraftiga flöden samt hur vägsalt på påverkar avskiljningsgraden av de lösta föroreningarna.

Tyskland

I Tyskland ställs krav på rening av dagvatten på både nationell nivå och delstatsnivå. I delstaten Nordrhein-Westfalen anger miljödepartementet krav på dagvattenutsläpp genom förordningen ”Krav på dagvattenhantering i duplikata system” (MUNLV, 2004). Förordningen fastställer i vilka situationer rening behövs. Mindre förorenat dagvatten (bostadsgator, tak med inerta material, små parkeringar, mm) behöver renas med lokala lösningar såsom tex biofilter. Förorenat dagvatten (högtrafikerade vägar, industriområden mm) behöver avledas till anläggningar med en samlad hantering, tex dagvattendammar. I förordningen ställs detaljerade krav på både anläggningar för lokal och central behandling av dagvattnet.

Om andra reningstekniker ska implementeras behövs en certifiering att dessa uppfyller likvärdiga reningskrav som fastställs i MUNLV (2004). I Nordrhein-Westfalen genomförs

denna certifiering av den privata oberoende provningsanstalten PIA GmbH (Provinstitut för avloppsteknik; www.pia-gmbh.com) som också är ansvarig för provning av enskilda avlopp, oljeavskiljare mm.

Framförallt utvärderar PIA prefabricerade kompakta dagvattenanläggningar såsom olika filter, sandfång och sedimentationsmagasin med vertikala filter av typen Ecovault. Se ett exempel på testuppställning från PIA i figur 1 nedan. De parametrar som testas av PIA är TSS (partiklar), TOC (totalt organiskt kol), zink och koppar. Metallerna mäts även under påverkan av vägsalt.



Figur 1 PIA:s testanläggning.

Tabell 1. Sammanställning av målvärden att klara enligt olika certifieringssystemen TAPE och NJDEP.

	TSS		Cu (löst)		Zn (löst)	
	Konc. in	Målvärde	Konc. in	Målvärde	Konc. in	Målvärde
TAPE, Washington	20-100 mg/l >100 mg/l	< 20 mg/l >80 %	5-20 µg/l	>30 %	20-300 µg/l	>60 %
NJDEP, New Jersey	n/a	80 % (klass I) 50 % (klass II)	n/a	n/a	n/a	-

Sammanställning av testresultat från utvärderingar av prefabricerade dagvattenanläggningar

The Water Research Foundation är en forskningsorganisation i Colorado USA som förvaltar en databas (www.bmpdatabase.org) innehållande olika typer av uppgifter om dagvattenanläggningar. Det handlar tex om information kring dimensionering och utformning, data från provtagningar där anläggningar har utvärderats i fält, mm. Syftet med databasen är att samla ihop, sammanställa och fritt tillhandahålla vetenskapligt granskad information avseende bla dagvattenanläggningarnas prestanda i fält. Databasen innehåller uppgifter från över 700 utvärderingsstudier av olika typer av dagvattenanläggningar, insamlade under fyra årtionden.

The Water Research Foundation har precis nyligen tagit fram en rapport som redogör resultaten från all provtagningsdata som inrapporterats (The Water Research Foundation 2020). Framst handlar det om statistiska sammanställningar av inlopps- och utloppskoncentrationer, redovisade per anläggningskategori, baserat på de 700 studierna som finns i databasen. Föroreningarna som ingår i rapporten är bla TSS, kväve, fosfor och metaller. Anläggningstyper som finns med är bla filterbäddar (sand), filterkassetter, hydrodynamiska anläggningar, sedimentationsmagasin med filterkassetter (typ Ecovault), dagvattendamm, svackdike och biofilter.

För aktuellt projekt är dessa uppgifter mycket intressanta eftersom de visar vilka avskiljningsgrader av föroreningar som verkar vara rimliga att uppnå, med ett visst val av teknik.

Alla data som ingår i studien uppges av författarna att härröra från oberoende tredjepartstester, snarare är resultat från tillverkarnas egna provtagningar.

I följande tabeller (tabell 5-8) visas för varje förorening (TSS, fosfor koppar och zink) ett utdrag av den statistiska sammanställningen, eg. koncentration vid in- och utlopp, beräknad reningseffekt (%) samt antalet anläggningar och prov som uppgifterna baseras på. Platsanpassade och gröna dagvattenanläggningar tillhör inte kategorin prefabricerade och kompakta anläggningar, men finns ändå med som en jämförelse. Målvärdena enligt TAPE och NJDEP (tabell 2) finns med för de parametrar som ingår i programmets klassningar. Likaså visas i tabellerna riktvärden för dagvattenutsläpp enligt Region- och trafikplanekontoret i Stockholm och Göteborgs stad (tabell 3-4).

För att relatera inloppskoncentrationerna till något finns i den första tabellen nedan uppgifter om markanvändningsspecifika standardkoncentrationer i dagvatten hämtade från dagvatten- och recipientmodellen StormTac (www.stormtac.com)

Tabell 2. Standardkoncentrationer för föroreningsinnehåll i dagvatten (www.stormtac.com).

Markanvändning	TSS	Fosfor, P	Koppar, Cu	Zink, Zn
	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Väg 30 000 fordon per dygn	115	240	72	197
Industrier	100	300	45	270
Parkeringar	140	100	40	140
Flerfamiljshus	70	300	30	100
Villor	45	200	20	80
Centrum	100	280	22	140

Tabell 3. RTK:s (Regionplane- och trafikkontoret i Stockholm) riktvärden från 2009. Föreslagna riktvärden (årsmedelhalt) för dagvattenutsläpp. Nivå 1: direktutsläpp till recipient. Nivå 2: delområden. Nivå 3 verksamhetsutövare. M: utsläpp till mindre sjöar, vattendrag och havsvikar. S: utsläpp till sjöar och hav. Källa: http://stormtac.com/admin/Uploads/Riktvarder_dagvatten_feb_2009.pdf

Ämne ¹	Nivå	Mindre sjöar, vattendrag och havsvikar		Större sjöar och hav		Verksamhets-utövare
		1M	2M	1S	2S	
Fosfor (P)	µg/l	160	175	200	250	250
Kväve (N)	mg/l	2,0	2,5	2,5	3,0	3,5
Bly (Pb)	µg/l	8	10	10	15	15
Koppar (Cu)	µg/l	18	30	30	40	40
Zink (Zn)	µg/l	75	90	90	125	150
Kadmium (Cd)	µg/l	0,4	0,5	0,45	0,5	0,5
Krom (Cr)	µg/l	10	15	15	25	25
Nickel (Ni)	µg/l	15	30	20	30	30
Kvicksilver ² (Hg)	µg/l	0,03	0,07	0,05	0,07	0,1
Suspenderad substans (SS)	mg/l	40	60	50	75	100
Oljeindex (olja)	mg/l	0,4	0,7	0,5	0,7	1,0
Benso(a)pyren ² (BaP)	µg/l	0,03	0,07	0,05	0,07	0,1

¹Totala fraktioner avses för näringsämnen och metaller (ej filtrerat eller centrifugerat prov).

²Om endast riktvärdet för detta ämne överskrids så bör inte endast detta utgöra beslutsunderlag för åtgärder p.g.a. osäkert dataunderlag.

Tabell 4. Riktvärden för dagvattenutsläpp, Göteborgs stad 2013.

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

* Ska analyseras vid kontinuerliga utsläpp

Partiklar, TSS (total suspenderad substans)

Inloppskoncentrationerna av TSS är relativt låga jämfört med schablonhalterna i StormTac (tabell 2). För de prefabricerade anläggningarna erhålls den hösta reningseffekten för filterbäddar (84 %) och därefter filterkassetter (59 %). Troligen skulle högre avskiljningsgrader erhållas om inloppshalterna av TSS varit högre. Dagvattendammar och biofilter renar närmare 80 % av partiklarna.

Om klassning av anläggningarna skulle göras enligt TAPE skulle samtliga tekniker, förutom de hydrodynamiska teknikerna, klara certifieringen.

Enligt NJDEP erhåller filterbäddarna klass I. De hydrodynamiska och svackdiket blir underkända. Övriga tekniker presterar i klass II, enligt NJDEP.

Samtliga tekniker klarar den strängaste riktvärdet i RTK:s värden, 1M.

Samtliga tekniker förutom de hydrodynamiska klarar Göteborgs riktvärden.

Tabell 5. TSS-halter (mg/l) vid in- och utlopp samt beräknad reningseffekt (%) för olika typer av dagvattenanläggningar. Antalet anläggningar och prov som uppgifterna baseras på anges i tabellen. Data är hämtat från International Stormwater BMP Database: 2020 Summary Statistics (www.bmpdatabase.org). Anläggningstypernas prestanda värderas enligt målvärdena i TAPE och NJDEP. Utsläppshalterna jämförs med RTK:s och Göteborgs stads riktvärden för dagvattenutsläpp. Förklaringar: ok= värde klaras; - = värde klaras ej; n/a = ej tillämpligt.

TSS								
Total suspenderad substans	In (mg/l)	Ut (mg/l)	RE (%)	Antalet anläggningar och prov	TAPE	NJDEP	RTK	Gtb.
<i>Prefabricerade kompakta dagvattenanläggningar</i>								
Filterbäddar	44	7,2	84	35; 533	ok	Klass I	1M	ok
Filterkassetter	44	18	59	18; 392	ok	Klass II	1M	ok
Hydrodynamiska anläggningar	63,9	39	39	27; 488	-	-	1M	-
Sedimentationsmagasin med filterkassetter	36	15,5	57	16; 261	ok	Klass II	1M	ok
<i>Platsanpassade gröna dagvattenanläggningar</i>								
Dagvattendamm med permanent vattenyta	49	12	76	72; 1199	ok	Klass II	1M	ok
Svackdike	26	13,7	47	35; 582	ok	-	1M	ok
Biofilter	44	10	77	41; 685	ok	Klass II	1M	ok

Fosfor

Inloppskoncentrationerna av total fosfor är i samma storleksordning som schablonhalterna i StormTac (tabell 2). De prefabricerade anläggningar som är effektivast på att avskilja total fosfor är sedimentationsmagasin med filter (64 %) och därefter filterbäddar (45 %).

Filterkassetter och hydrodynamiska anläggningar är sämre på total fosfor och klarar endast 33 % respektive 23 %.

För löst fosfor presterar samtliga prefabricerade anläggningar mycket svagt; De hydrodynamiska med 23 % reningseffekt. Därefter filterkassetter och filterbäddar som endast klarar att avskilja 10 % vardera.

Värt att notera är att både biofilter och svackdiken släpper fosfor, varför utloppskoncentrationerna av både total och löst fosfor är avsevärt högre än ingående halt.

Alla prefabricerade tekniker, förutom de hydrodynamiska anläggningarna, klarar RTK:s strängaste värde 1M.

Ingen av den grå eller gröna teknikerna klarar Göteborgs fosfor-riktvärde om 50 µg/l.

Tabell 6. Fosforhalter ($\mu\text{g/l}$) vid in- och utlopp samt beräknad reningseffekt (%) för olika typer av dagvattenanläggningar. Antalet anläggningar och prov som uppgifterna baseras på framgår av den sista kolumnen. Data är hämtat från The Water Research Foundation (2020). Utsläppshalterna jämförs med RTK:s och Göteborg stads riktvärden för dagvattenutsläpp för totalhalt av fosfor.

Förklaringar: ok= värde klaras; - = värde klaras ej; n/a = ej tillämpligt.

FOSFOR						
Total fosfor	In ($\mu\text{g/l}$)	Ut ($\mu\text{g/l}$)	RE (%)	Antalet anläggningar och prov	RTK	Gtb.
<i>Prefabricerade kompakta dagvattenanläggningar</i>						
Filterbäddar	165	90	45	32;494	1M	-
Filterkassetter	120	80	33	19;349	1M	-
Hydrodynamiska anläggningar	230	176	23	23;303	1S	-
Sedimentationsmagasin med filterkassetter	316	115	64	10;138	1M	-
<i>Platsanpassade gröna dagvattenanläggningar</i>						
Dagvattendamm med permanent vattenyta	246	120	51	71; 1116	1M	-
Svackdike	129	180	-40	34; 574	1S	-
Biofilter	190	240	-26	44; 667	2S	-
Löst fosfor						
<i>Prefabricerade kompakta dagvattenanläggningar</i>						
Filterbäddar	52,1	46,8	10	13;128	n/a	n/a
Filterkassetter	50	40	20	9; 194	n/a	n/a
Hydrodynamiska anläggningar	74	57	23	7; 119	n/a	n/a
<i>Platsanpassade gröna dagvattenanläggningar</i>						
Dagvattendamm med permanent vattenyta	129	64,2	50	20; 396	n/a	n/a
Svackdike	48	70	-46	11; 146	n/a	n/a
Biofilter	134	350	-161	5; 105	n/a	n/a

Koppar

Inloppskoncentrationerna av total koppar är rakt igenom lägre än standardkoncentrationerna för markanvändningarna i StormTac (tabell 7.) Av de prefabricerade och kompakta anläggningarna är filterbäddar effektivast på att rena total och löst koppar, 54 % respektive 22 %. Filterkassetter renar 32 % av den totala koppars, men släpper ifrån sig löst koppar (-10 %). Hydrodynamiska anläggningar likväl som sedimentationsmagasin med filter presterar svagt, med resultat från 13 % och neråt för både löst och total halt.

Generellt presterar de gröna lösningarna bättre än de grå. Undantaget är biofilter som släpper löst koppar (-10 %).

Enligt TAPE:s klassning är den enbart dagvattendammen som klarar målvärdet 30 % för avskiljningsgraden av löst koppar. Inloppskoncentrationen till filterbäddar och filterkassetter är för låg för att kunna värderas enligt TAPE. Resultaten visar dock att filterkassetter släpper löst fosfor, då utgående halt är högre än den ingående.

Samtliga anläggningstyper klarar RTK:S riktvärde för total koppar 1M (18 µg/l)

De hydrodynamiska teknikerna samt sedimentationsmagasinen klarar inte Gtb:s riktvärde för total koppar (10 µg/l). Filterbäddar och filterkassetter klarar riktvärdet och det gör även de gröna teknikerna.

Tabell 7. Kopparhalter ($\mu\text{g/l}$) vid in- och utlopp samt beräknad reningseffekt (%) för olika typer av dagvattenanläggningar. Antalet anläggningar och prov som uppgifterna baseras på framgår av den sista kolumnen. Data är hämtat från The Water Research Foundation (2020). Anläggningstypernas prestanda värderas enligt målvärdena i TAPE (avser löst fraktion av koppar). Utsläppshalterna jämförs med RTK:s och Göteborg stads riktvärden för dagvattenutsläpp för totalhalt av koppar. Förklaringar: ok= värde klaras; - = värde klaras ej; n/a = ej tillämpligt; * = inloppskoncentrationen < 5 $\mu\text{g/l}$.

KOPPAR							
Total koppar	In ($\mu\text{g/l}$)	Ut ($\mu\text{g/l}$)	RE (%)	Antalet anläggningar och prov	TAPE	RTK	Gtb.
<i>Prefabricerade kompakta dagvattenanläggningar</i>							
Filterbäddar	10	4,65	54	27; 434	n/a	1M	ok
Filterkassetter	12	8,14	32	15; 278	n/a	1M	ok
Hydrodynamiska anläggningar	14,6	13	11	14; 209	n/a	1M	-
Sedimentationsmagasin med filterkassetter	12,8	11,1	13	11; 128	n/a	1M	-
<i>Platsanpassade gröna dagvattenanläggningar</i>							
Dagvattendamm med permanent vattenyta	9,59	4,9	49	52; 934	n/a	1M	ok
Svackdike	12,1	6,9	43	23; 378	n/a	1M	ok
Biofilter	13,1	7,13	46	27; 469	n/a	1M	ok
Löst koppar							
<i>Prefabricerade kompakta dagvattenanläggningar</i>							
Filterbäddar	3,86	3	22	14; 210	*	n/a	n/a
Filterkassetter	4	4,38	-10	13; 217	*	n/a	n/a
Hydrodynamiska anläggningar	9	8,5	6	9; 123	-	n/a	n/a
Sedimentationsmagasin med filterkassetter	11	10,1	8	5; 52	-	n/a	n/a
<i>Platsanpassade gröna dagvattenanläggningar</i>							
Dagvattendamm med permanent vattenyta	5,08	3,5	31	22; 424	ok	n/a	n/a
Svackdike	6,5	5,63	13	16; 141	-	n/a	n/a
Biofilter	6,85	7,54	-10	14; 261	-	n/a	n/a

Zink

Inloppskoncentrationerna av total zink är generellt lägre än standardkoncentrationerna för markanvändningarna i StormTac (tabell 8). Filterbäddar uppvisar en anmärkningsvärt hög avskiljningsgrad av både total och löst halt av zink, 76 % respektive 78 %. Filterkassetter klarar att rena 36 % av total zink, men släpper lösta fraktioner av zink (-16 %). De hydrodynamiska anläggningarna och sedimentationsmagasinen renar i princip ingenting eller uppvisar en negativ reningseffekt av löst zink. Utloppskoncentrationen från sedimentationsmagasinen är mer än dubbelt så hög som inloppskoncentrationen.

Med undantag ifrån filterbäddarna som uppvisar mycket hög rening, är de gröna teknikerna mer effektiva än de grå på att rena zink.

Endast filterbäddarna klarar klassningen enligt TAPE, 60 % rening för löst zink. Endast filterbäddarna, av de grå teknikerna, klarar Göteborgs riktvärde för total zink (30 µg/l)

Tabell 8. Zinkhalter ($\mu\text{g/l}$) vid in- och utlopp samt beräknad reningseffekt (%) för olika typer av dagvattenanläggningar. Antalet anläggningar och prov som uppgifterna baseras på framgår av den sista kolumnen. Data är hämtat från The Water Research Foundation (2020). Anläggningstypernas prestanda värderas enligt målvärdena i TAPE (avser löst fraktion av zink). Utsläppshalterna jämförs med RTK:s och Göteborgs stads riktvärden för dagvattenutsläpp för totalhalt av zink. Förklaringar: ok= värde klaras; - = värde klaras ej; n/a = ej tillämpligt; \square = inloppskoncentrationen < 20 $\mu\text{g/l}$.

ZINK							
Total zink	In ($\mu\text{g/l}$)	Ut ($\mu\text{g/l}$)	RE (%)	Antalet anläggningar och prov	TAPE	RTK	Gtb.
<i>Prefabricerade kompakta dagvattenanläggningar</i>							
Filterbäddar	62,3	15	76	31; 508	n/a	1M	ok
Filterkassetter	59,8	38,1	36	19; 344	n/a	1M	-
Hydrodynamiska anläggningar	79	62,2	21	18; 262	n/a	1M	-
Sedimentationsmagasin med filterkassetter	97,9	83,2	15	10; 126	n/a	2M/1S	-
<i>Platsanpassade gröna dagvattenanläggningar</i>							
Dagvattendamm med permanent vattenyta	50	21,1	58	60; 1032	n/a	1M	ok
Svackdike	45,6	25,8	43	27; 425	n/a	1M	ok
Biofilter	62	12,8	79	26; 454	n/a	1M	ok
Löst zink							
<i>Prefabricerade kompakta dagvattenanläggning</i>							
Filterbäddar	32	7,15	78	13; 207	ok	n/a	n/a
Filterkassetter	16,2	18,8	-16	14; 228	\square	n/a	n/a
Hydrodynamiska anläggningar	43,3	42	3	9; 122	-	n/a	n/a
Sedimentationsmagasin med filterkassetter	31,9	70	-119	5; 51	-	n/a	n/a
<i>Platsanpassade gröna dagvattenanläggningar</i>							
Dagvattendamm med permanent vattenyta	23,4	16	32	25; 413	-	n/a	n/a
Svackdike	34,2	19,8	42	16; 141	-	n/a	n/a
Biofilter	20,8	12,5	40	11; 251	-	n/a	n/a

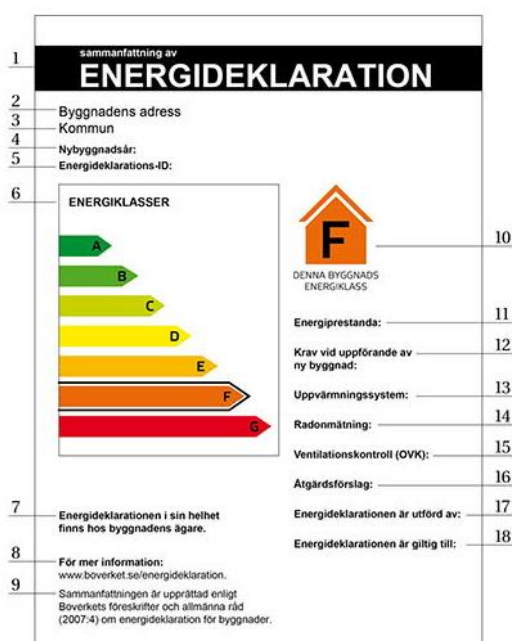
Sammanfattning av resultat

Sammanfattningsvis kan följande konstateras om presenterade resultat enligt tabellerna ovan, avseende de prefabricerade och kompakta anläggningarna:

- Förmågan att avskilja partiklar är relativt god för alla tekniker undantaget de hydrodynamiska anläggningarna. Gränserna enligt TAPE och NJDEP klaras och även riktvärdena enligt Göteborgs stad och RTK.
- Få tekniker klarar av att avskilja lösta fraktioner av koppar och zink så att en tydlig reduktion erhålls, mycket låga (<10 %) eller negativa reningseffekter uppvisas. Således klaras inte heller målvärdena enligt TAPE. Undantaget är filterbäddarorna som avskiljer 22 % löst koppar och 78 % löst zink.
- Samtliga tekniker påvisar en reduktion av löst fosfor i storleksordningen 10- 20%.

Förslag på klassning

Det finns flera tänkbara sätt att utforma en klassning för dagvattenanläggningarnas avskiljningsförmåga av olika föroreningar. De två alternativ som har diskuterats inom detta projekt är att (1) använda koncentrationsgränser för tillåten utsläppshalt eller (2) gränser för den procentuella avskiljningsförmågan. Om Sverige hade haft nationella riktvärden för dagvattenutsläpp skulle det ha varit naturligt att relatera klassningen till dessa på något sätt. Jämför med energideklarationer för nya byggnader där huset tilldelas en energiklass A-G i förhållande till aktuellt krav för uppförandet en ny byggnad, klass C.



Figur 2. Energimyndighetens energideklaration för byggnader.

Fördelen med att använda koncentrationsgränser är att det blir tydligt precis till vilken halt som anläggningen klarat att rena vattnet. Dock är det viktigt att poängtera att den halten uppnåtts under precis de specifika förhållanden som standarden beskriver, inklusive en bestämd inloppshalt. Farhågan är att resultatet misstolkas och exempelvis jämförs med Göteborgs riktvärden, då skulle det kunna uppfattas som att vissa anläggningar generellt klarar Göteborgs krav på utsläpp.

Fördelen med att använda procentuella gränser är att det blir tydligare att utloppskoncentrationen sannolikt varierar med inloppskoncentrationen. Risken för misstolkning bedöms som lägre än om absoluta haltgränser kommuniceras.

Nedan visas förslaget till klassning som har diskuterats med referensgruppen och deltagarna som var med på workshoppen som anordnades ihop med testbäddsprojektet, se tabell 9.

Tabell 9 Förslag på klassning av prefabricerade och kompakta dagvattenanläggningar. Klass för avskiljningsgrad (%) av TSS (partiklar), löst Cu (koppar), löst Zn (zink) och löst P (fosfor).

	KLASS FÖR AVSKILJNINGSGRAD (%)			
	A	B	C	D
TSS	$TSS \geq 80$	$70 \leq TSS < 80$	$50 \leq TSS < 70$	$20 \leq TSS < 50$
Cu löst	$Cu \geq 60$	$50 \leq Cu < 60$	$30 \leq Cu < 50$	$1 \leq Cu < 30$
Zn löst	$Zn \geq 70$	$60 \leq Zn < 70$	$40 \leq Zn < 60$	$10 \leq Zn < 40$
P löst	$P \geq 70$	$60 \leq P < 70$	$40 \leq P < 60$	$10 \leq P < 40$

Om anläggningstyperna från BMP databasen kategoriseras enligt klassningen i tabell 9 fås resultatet enligt tabell 10 nedan. För partiklar finns en stor spridning i resultaten och klasser från A-D är representerade. För löst zink blir tre av de prefabricerade anläggningstyperna oklassade, dvs att inte den lägsta gränsen D klaras. För löst koppar hamnar tre anläggningstekniker av de prefabricerade i den lägsta klassen D och en är oklassad. För löst fosfor hamnar alla tre grå tekniker i klass D.

Klassgränserna torde utformas så att dom kan inrymma olika anläggningar, både de som har hög och de som har låg avskiljningsgrad av ett visst ämne. Det är även önskvärt att klassgränserna sätts så att en någorlunda jämn, eller kanske normalfördelad, spridning av antalet anläggningar i varje klass erhålles. Utifrån detta resonemang borde klassgränserna för de lösta föroreningarna sänkas så att det blir enklare att uppnå en högre klass. Dock är det samtidigt så att reningseffekterna för dessa anläggningar är mycket låga eller negativa, vilket tidigare beskrivits. Givetvis är det även så att dataunderlaget som ligger till grund för sammanställningen inte på något sätt utgör en heltäckande bild av vad prefabricerade och kompakta dagvattentekniker i allmänhet kan prestera. Förhoppningen är att det redan idag finns anläggningar på marknaden som presterar betydligt bättre än dessa och att fler tekniker som avskiljer lösta föroreningar kommer att utvecklas i framtiden. Där skulle de lite ”strängare” klassgränserna kunna utgöra incitament för teknikutveckling och innovation.

Tabell 10 Förslaget till klassning tillämpat på anläggningarna i BMP-databasen.
; - = värde klaras ej; n/a = ej tillämpligt

Reningsteknik	TSS	Cu löst	Zn löst	P löst
<i>Prefabricerade kompakta dagvattenanläggning</i>				
Filterbäddar	A	D	A	D
Filterkassetter	C	-	-	D
Hydrodynamiska anläggningar	D	D	-	D
Sedimentationsmagasin med filterkassetter	C	D	-	n/a
<i>Platsanpassade gröna dagvattenanläggningar</i>				
Dagvattendamm med permanent vattenyta	B	C	D	C
Svackdike	D	D	C	-
Biofilter	B	-	C	-

Förslaget till klassning kommer att behöva verifieras i labbmiljö när prefabricerade dagvattenanläggningar testas enligt förslaget till standard.

Förslag till standard och kvarstående utredningsbehov

I enlighet med vad som tidigare skrivits finns det ett av RISE tidigare framtaget förslag till svensk standard för utvärdering av prefabricerade dagvattenanläggningar, se bilaga 1. Under projektets gång och i samarbete med systerprojektet "Förstudie för testbädd för dagvattenanläggningar" har det uppkommit ett antal frågeställningar kopplat till det praktiska genomförandet som metodiken och testuppställningen i förslaget till standard bygger på. Vår bedömning är att det krävs vidare utredning tillsammans med försök av testuppställningen i labbmiljö för att kunna besvara dessa frågor. Nedan följer en redogörelse av återstående frågeställningar. I punktform handlar det om följande:

- Hur ingående vattenflöden till anläggningen ska definieras.
- Om det är praktiskt möjligt att testa anläggningen för lösta metaller i fullskala.
- Simulering av långtidfunktionen hos anläggningen i labbmiljö.

Definition av ingående vattenflöden

Det gäller att dagvattenflödet Q in till en anläggning är en produkt av ansluten yta A och nederbördens intensitet i .

$$Q \text{ (l/s)} = A \text{ (ha)} * i \text{ (l/s*ha)}$$

I aktuellt förslag till standard är det upp till tillverkaren att själv ange vad flödet Q är som anläggningen kan rena. Flödena i testuppställningen är $0,1Q$; $0,5Q$; Q ; $1,2Q$ (se tabell 11). Det är alltså inte transparent vilken area eller intensitet som avses, då bara produkten Q anges. En konsekvens av detta är att tillverkarna sannolikt kommer att använda olika intensiteter när reningsflödet beräknas. Således blir det svårare att jämföra olika anläggningar med varandra.

Det maximala flödes flödet som kan passera in eller brädda förbi anläggningen behöver enligt nuvarande förslag inte anges i absoluta tal. Det behöver bara anges hur flöden större än Q ska hanteras.

Tabell 11 Flöden vid test för rening av partiklar samt deras sekvens.

	Steg	% av flöde Q	Minimum antal av volymsutbyten ¹	Sediment konc. [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	120 ²	20	n/a

¹ Den permanenta vattenvolym som ska bytas ut. Varaktigheten av de enskilda stegen ska vara minst 15 min.

² Tryckförlust (hydraulic head loss) ska bestämmas mellan in- och utloppet av anläggningen.

I Storbritanniens standard (British Water 2017) finns ett annat sätt att definiera flödena som skulle kunna vara intressant för vår svenska standard. För en given intensitet ($27\text{mm/h} = \text{ca } 100 \text{ l/s*ha}$, 1-årsregn i England) ska tillverkaren ange vilken yta A som maximalt kan anslutas till anläggningen. I Sverige har ett 1-års regn med varaktigheten 10 min intensiteten ca 110 l/s*ha .

Flödena i testuppställningen bestäms sedan utifrån ett antal förutbestämda intensiteteter, som är en del av standarden och lika för alla tester, samt arean A .

Tabell 12. Regnintensiteter i Storbritanniens standard (British Water 2017)

Rainfall rank percentile	Flow rate l/s/ha (mm/hr)
12.5	5 (1.7mm/hr)
37.5	10 (3.6 mm/hr)
62.5	15 (5.3 mm/hr)
87.5	31.5 (11.3 mm/hr)

Fördelen med detta är att samtliga anläggningar testas för samma intensiteteter och att ytan som kan hanteras av anläggningen tydligt framgår. Det blir transparent vad som är yta respektive intensitet i försöken.

Tillverkaren måste även visa att anläggningen kan hantera ett 30-årsregn (genom intern eller extern brädd) utan att marköversvämning uppstår. 30-årsregn verkar vara en generell regel för kapacitetskrav i England.

Ytan och flödet som kan ledas in och renas vid 1-årsregn samt hur 30-årsregn hanteras måste verifieras med tredjepartstester och redovisas av tillverkaren som ett underlag till testerna enligt den brittiska standarden.

Försök med lösta metaller i fullskala

I nuvarande version av standarden skalas försöksupställningen ned (ned till en hundradel av filtermaterialet) med syfte att reducera mängden av lösta metaller och fosfor som behöver hanteras i utgående vatten. Nackdelen med detta förfarande att inte alla delar som har betydelse för anläggningens funktion kommer att ingå i utvärderingen. Ett exempel på detta är sedimentationskammare med vertikala filter eller hydrodynamiska brunnar med filterkassetter. I dessa tekniker är det inte bara filtermaterialet som har betydelse för anläggningens avskiljningsgrad, utan sedimentationsmekanismerna påverkar sannolikt också. Därför har projektet sett ett behov av att undersöka möjligheterna för fullskaleförsök vidare. Den viktigaste frågan att lösa är avfallsfrågan, dvs hur utgående vatten med innehåll av koppar, zink och fosfor ska hanteras. Testbäddsprojektet har börjat undersöka lösningar på detta, där ett förslagen bygger på att installera någon avancerad reningsteknik (ex nanofiltrering eller kemisk fällning) som ett slutsteg i testbädden.

Simulering av långtidfunktion

På workshopen, som anordnades ihop med testbäddsprojektet den 19 januari 2021, framkom att det finns ett stort intresse från behovsägare och kravställare att kunna utvärdera långtidfunktionen för olika reningstekniker i lab. En sådan utvärdering skulle exempelvis kunna ge svar på hur lång tid det tar innan en filterkassett för brunnar har blivit så pass mättad att reningseffekten för löst koppar försämras från klass, tex från klass A till klass B. Eller om flödeskapaciteten genom anläggningen minskar med tiden pga. av att exempelvis genomsläppligheten genom ett filtermaterial minskar till följd av igensättning av partiklar. Dessa faktorer är i sin tur styrande för hur ofta filtermaterialet behöver bytas ut för att en viss funktion ska kunna säkerställas. Även kostnader för drift och underhåll påverkas såklart.

Inom ramen för vare sig detta projekt eller testbäddsprojektet har det inte undersökts hur detta skulle kunna simuleras i lab. En annan fråga är om långtidfunktionen bör ingå i själva standarden för utvärderingen eller som en uppgift som tillverkaren behöver undersöka på annat sätt. Fördelen med att ha med långtidfunktionen i standarden för utvärdering är att samma testbädd troligen kan användas, dock med vissa anpassningar. Således kommer många av förutsättningarna i och kring testupställningen att vara de samma som vid testerna av korttidfunktionen, vilket är positivt när resultaten senare jämförs.

Samverkan och dialog med aktörer i branschen

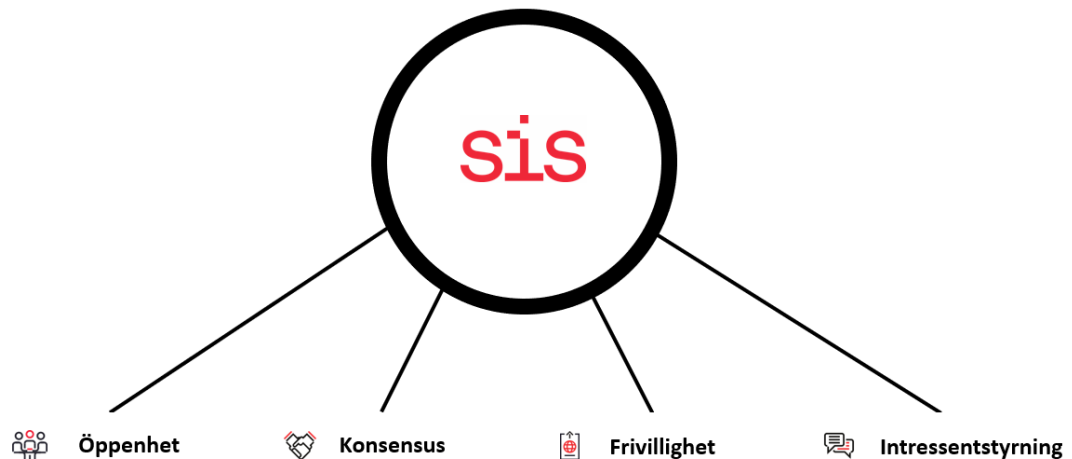
Dialog med SIS och TK 198

RISE har under projektets gång haft en dialog med Svenska Institutet för Standarder, SIS och den berörda tekniska kommittén SIS TK 198 Vatten och avloppssystem.

SIS principer för en god standardisering är inhämtade från Världshandelsorganisationen (WTO) och bygger på följande delar:

- Öppenhet. Alla som tillhör en organisation kan delta.
- Konsensus. Målsättningen är att sträva efter konsensus. Detta tar tid men resulterar oftast i bättre lösningar.

- Frivillighet. Det är frivilligt att delta i standardiseringsarbetet och de standarder som tas fram är frivilliga att använda.
- Intressestyrning. Det är intressenterna som bestämmer vad som ska standardiseras, inte SIS. Däremot erbjuder SIS ramen för standardiseringsarbetet.



Figur 3 Principer för en god standardisering enligt SIS.

Arbetet med att ta fram en ny standard startar formellt genom att den tekniska kommittén TK 198 tar ett beslut om att starta arbetet. För att ett sådant beslut ska kunna fattas gäller i allmänhet att TK 198 vill se att det finns en tydligt definierad omfattning av standarden samt att det finns ett marknadsbehov och intressenter som säkerställer att standarden används. I dialogen med TK 198 har de uttryckt att de är positiva till projektet, men samtidigt har de understrukt att det är mycket viktigt att myndigheter, kommuner, fastighetsägare och andra samhällsaktörer engagerar sig i framtagandet av en standard. Den här informationen från TK 198 fick följderna att projektet, i större omfattning än vad som var tänkt från början, har fokuserat på informationsspridning samt förankring och inhämtning av kunskap och erfarenheter från teknikleverantörer och beställare/kravställare. Syftet med detta har varit att verka för att förslaget till standard ska bli ”moget” för hantering i TK 198.

Förutom standarder som fastställs av SIS kan en teknisk kommitté även ta hand om andra typer av dokument underlättar ett effektivt, miljövänligt och säkert arbete. Det kan till exempel vara tekniska specifikationer, rapporter, checklistor eller handböcker. På workshopen som anordnades av projektet diskuterades behovet kring detta för prefabricerade kompakta dagvattenanläggningar. Ett komplement till standarden skulle exempelvis kunna vara en checklista för en beställare att använda vid upphandling av en anläggning och som beskriver vad som är viktigt att tänka på i varje skede i processen, från tidig planering till byggnation. Ett annat exempel på komplement är en drift och skötselinstruktion för att säkerställa den långsiktiga funktionen hos en anläggning.

Enkätstudie

I samarbete med systerprojektet *Förstudie för testbädd för dagvattenanläggningar* genomfördes en enkätstudie. Studien bestod av två enkäter, där den ena vände sig till teknikleverantörer och den andra till beställare/kravställare

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.

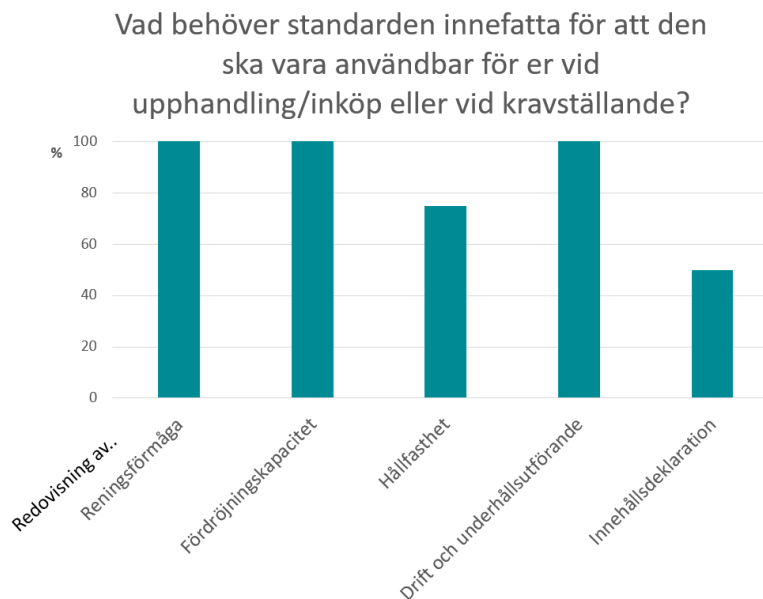
Enkäten till kravställare handlade om vilka krav de ställer idag på dagvattenhantering, om de skulle ställa krav på test enligt standard om det fanns en, vad standarden behöver innefatta för att vara till nytta, om det finns behov av testbädd för test enligt standarden och vad testbädden ska kunna testa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

Enkäterna besvarades av tre teknikleverantörer och nio beställare/kravställare. Det låga deltagandet gör att resultaten inte kan användas för att dra några allmänna slutsatser, men de visar ändå på vissa indikationer.

Enkäten lades upp på VA guidens hemsida och spreds genom VA guidens kontaktnät, bla genom mailutskick till medlemmarna och via LinkedIn. Enkäten var tillgänglig under december 2020 och januari 2021.

Resultat enkätstudien

Samtliga beställare/kravställare som deltog i enkäten svarade 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. En motivering till detta som framkom bland svaren är att en standard underlättar kommunikationen med exempelvis tillsynsmyndigheter samt att det, ihop med en klassning, förenklar bedömningen av vilka anläggningar som klarar specifika krav. Det som beställare/kravställare vill ska ingå i standarden och som därmed testbädden kunna testa enligt, visas i figur 5. Samtliga svarande anger att de vill att reningsförmågan, fördröjningskapaciteten samt utförande för drift och underhåll ska kunna testas.

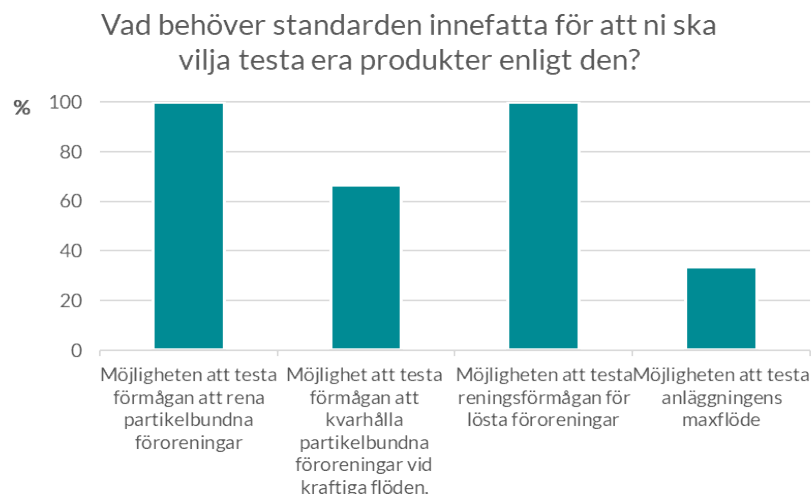


Figur 4 Beställare och kravställares svar på vad de vill att standarden ska innefatta.

Teknikleverantörerna som deltog i enkätstudien var osäkra på om de såg något behov av en standard och om de i så fall är villiga att betala för en för utvärdering av sina dagvattenanläggningar. Två personer svarade ”vet ej” och en person ”ja”. Osäkerheten motiverades bla med att det måste vara svårt och komplicerat att ta fram en standard för detta. Den som svarade jakande menade att detta är rätt väg att gå då osäkerheten som finns kring kravställning idag tar mycket tid för alla inblandade parter.

Enkätensvaren visar att teknikleverantörer idag framförallt får krav från beställare på att anläggningarna ska klara vissa utloppskoncentrationer eller reningseffekter, att anläggningarna ska inrymma en viss volym och/eller att filterkassetter ska vara av en viss storlek. Teknikleverantörerna visar vanligen att kraven uppfylls igenom fältmätningar som kunder utför samt genom schablonvärden.

Svar på frågan vad teknikleverantörer önskar att standarden ska innefatta för att de ska vilja testa sin anläggning visas i figur 6. Tre av tre teknikleverantörer angav att de vill testa för förmågan att avskilja partikelbundna föroreningar och förmågan att avskilja lösta föroreningar.

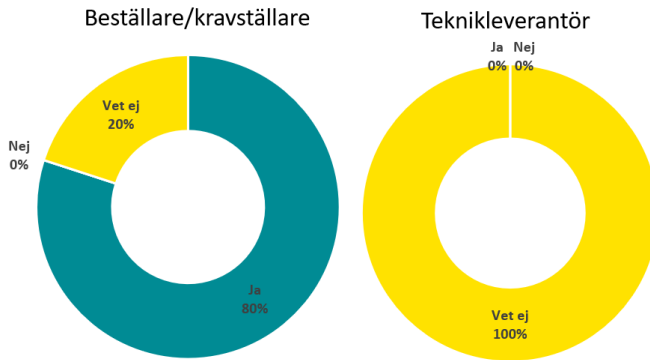


Figur 5 Teknikleverantörernas svar på vad som standarden ska utvärdera om de ska vilja testa enligt den.

På frågan om vilka föroreningar som beställare/kravställare vill se ska ingå i standarden och testbädden nämndes följande av flera: näringsämnen (kväve och fosfor), suspenderat material, olja och metaller. Av en beställare/kravställare angavs temperatur, pH-värde, kemikalier och polycykliska aromatiska kolväten (PAH). Man önskar även att avskiljningsgraden anges samt hur storleken på flödet påverkar denna. Några svarande angav att det vore positivt om föroreningar i lokala, regionala eller EU-krav såsom exempelvis miljöpolicyer eller miljö kvalitetsnormer (MKN) ingår i standarden. Men då standarden med tillhörande klassning behöver vara samma i hela Sverige är inte de förslagen lämpliga. Dock skulle test mot alternativa kravnivåer kunna analyseras i testbädden som tillval.

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 6 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.

I slutet av de båda enkäterna fanns en fråga om vilka möjligheter, utmaningar och farhågor deltagarna ser med en standard och en testbädd. I tabell 13 visas en sammanställning över svaren.

Tabell 13 Sammanställning av svar kring frågan om möjligheter, farhågor och utmaningar med en standard och testbädd. Svaren är inte ordagrant hämtade från enkäten.

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

Workshop

I samarbete med systerprojektet *Förstudie för testbädd för dagvattenanläggningar* anordnades en halvdagsworkshop den 19 januari 2021. Workshopen genomfördes digitalt i Teams. Närmare 30 deltagare från främst kommun, VA-organisation, teknikleverantör och universitet medverkade.

Syftet med workshopen var att sprida information om de pågående projekteten och samtidigt inhämta synpunkter, erfarenhet och kunskap från deltagande aktörer. Detta arrangerades bla genom gruppdiskussioner i digitala grupprum. Till stöd för diskussionerna fanns ett antal fördefinierade diskussionsfrågor att prata kring.

Workshoppen innehöll följande moment:

- Presentation av innehåll i de båda projekten.
- Resultat från enkätstudien.
- Presentation från branschorganisationen Svenskt vatten.
- Presentation från SIS Svenska institutet för standarder
- Gruppdiskussionen.

Under dagen framkom mycket tankar, åsikter och frågor. Dom viktigaste sammanfattas i punkterna nedan.

- Det stora behovet av att testerna kan resultera i, och uttryckas som, kommunicerbara data som har bred acceptans. Detta är en förutsättning för att utvärderingsresultat enligt standarden ska kunna användas av beställare vid upphandling och teknikval. Även att resultaten ska fungera som underlag vid dialog med kravställare, såsom VA-huvudmän och tillsynsmyndigheter. Vikten att kunna använda provningsrapporten i dialog med tillsynsmyndigheterna var en diskussion som av vissa kommuner lyfte som oerhört kritiskt för möjligheten att implementera de testade dagvattenlösningarna.
- Diskussion kring möjligheten att testa anläggningarna även för olika föroreningskoncentrationer på inkommande vatten, med hänvisning till att dagvattenanläggningar används i olika miljöer med helt olika föroreningsbelastningar. Reningseffektiviteten kan skilja sig mellan olika anläggningar vid olika föroreningsgrad. Därför bör de kunna testas och beskrivas under dessa specifika förutsättningar för att säkerställa att rätt anläggning installeras på rätt plats.
- Behovet av drift och underhåll för att reningsanläggningar ska ha avsedd funktion lyftes som en viktig fråga av flera deltagare. Det diskuterades om huruvida detta borde vara med i standarden eller ej. Att ha med drift och underhåll i samma standard som själva utvärderingen av avskiljningsgrader konstaterades ha både för och nackdelar. Drift och underhåll är en viktig fråga att ha med i en fortsättning på projektet, 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.
- En viss oro lyftes från tillverkarna angående kostnader för provningar, tex om anläggningarna blir för dyra om krav på provning införs. I huvudsak såg dock teknikleverantörerna som medverkade i workshoppen positivt på möjligheten att få sina anläggningar testade av en oberoende tredje part enligt en standard, förutsatt att marknaden gynnar testade produkter i samma utsträckning som kostnaderna ökar. Kanske kan en nationell kravställning skulle vara fördelaktig i arbetet med dagvatten för att säkerställa en och samma kravnivå över hela landet, varvid efterfrågan på testade anläggningar kommer att öka.

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

Föredrag på konferensen VAK

Varje år arrangerar VA-guiden en konferens som förkortas VAK, Vatten Avlopp Kretslopp. VAK är en mötesplats för alla som arbetar med dagvatten, VA-planering och små avlopp. Varje år deltar flera hundra tjänstemän, konsulter, teknikleverantörer och branschexperter för att knyta kontakter, få inspiration och inhämta de senaste forskningsresultaten. På grund av pandemin blir konferensen denna gång digital

Med syfte att ytterligare nå ut med projekten till fler personer hölls ett gemensamt föredrag om ca 30 minuter om de båda projekten den 17 mars 2021.

Diskussion och slutsatser

Det här projektet har arbetat fram ett förslag på klassning av anläggningars prestanda som är tänkt att användas vid utvärdering i labbmiljö enligt tillhörande standard. Klassningen har tagits fram dels utifrån en litteraturstudie rörande hur andra länders klassningar för prefabricerade och kompakta dagvattenanläggningar ser ut, dels genom att studera uppgifter i en databas med tidigare testresultat av hundratals dagvattenanläggningar.

Tidigt i arbetet med utredningen hade projektet en dialog med SIS och TK 198 varvid de informerades om att en omfattande dialog med branschen är en förutsättning för att kunna påbörja arbetet med att ta fram en svensk nationell standard. Således har projektet, förutom att ta fram ett förslag på klassning, tydligt fokuserat på att försöka nå ut med information till teknikleverantörer, behovsägare, kravställare mfl. En workshop med ca 30 deltagare anordnades i januari 2021, där projekten både gav ut och inhämtade information. Många intressanta diskussioner uppstod också. Med hjälp av VA-guiden utfördes en enkätundersökning med frågor som vände sig till teknikleverantörer respektive beställare/kravställare. Tyvärr var det relativt få som svarade på enkäten (tre teknikleverantörer och sex beställare/kravställare). Detta trots att VA-guiden vände sig till alla sina medlemmar i ett medlemsbrev, informerades på LinkedIn samt VA-guidens hemsida. Det är svårt att dra några allmänna slutsatser från enkätundersökningen eftersom det var så få som deltog.

Fortsatt arbete

Projektet har identifierat ett antal steg som i ett nästa skede, i ett fortsatt projekt, behöver utföras med syfte att verka för antagen Svensk Nationell Standard (SNS). Dessa är:

- Projektering och anläggandet av en testbädd. En testanläggning behöver byggas så att förslaget till standard kan börja testas och verifieras i labbmiljö.
- Klassningen. Nästa steg med klassningen är att verifiera den genom tester i labbmiljö. Genom att börja testa olika typer av dagvattenanläggningar enligt standarden kommer snart en bild ges av hur väl lösningarna presterar i förhållande till klassindelningen. Tex om att det blir en spridning av tekniker mellan klasserna så att inte allas anläggningar hamnar i samma klass.
- Praktiska frågeställningar kring testupställningen som föreslås i standarden som behöver utredas vidare.
 - Hur ingående vattenflöden till anläggningen ska definieras.
 - Om det är praktiskt möjligt att testa anläggningen för lösta metaller i fullskala.
 - Simulering av långtidfunktionen hos anläggningen i labbmiljö.
- Arbeta fram en checklista eller en handbok som ett komplement till standarden och som beskriver hela processen för arbete med lokala dagvattenanläggningar, från tidig planering till drift och underhåll.
- Dialog och förankring. Ytterligare dialog och förankring behövs, framförallt med teknikleverantörer eftersom de berörs närmast av en standard. Det skulle behövas ett antal teknikleverantörer som aktivt engagerar sig i ett fortsatt projekt som tar vid där detta nu slutar.

Referenser

Borris, M. (2019). Branschstandard för utvärdering av prefabricerade dagvattenreningsanläggningars funktion. Branschstandard, opublicerad.

British Water (2017). Code of practice - Assessment of Manufactured Treatment Devices to treat surface water runoff. <https://www.britishwater.co.uk/Publications/codes-of-practice.aspx>

Chocat, B., Krebs, P., Marsalek, J., Rauch, W. and Schilling, W., 2001. Urban Drainage Redefined: From Stormwater Removal to Integrated Management. Water Science and Technology, 43 (5), 61-68.

Göteborgs Stad (2013). Miljöförvaltningens riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till recipient och dagvatten. Göteborg, Sverige.

MUNLV Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2004). Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren. RdErl. d. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz – IV-9 031 001 2104

Naturvårdsverket (2007). Fakta: oljeavskiljare. Naturvårdsverket, Stockholm, Sverige.

Roseen, R. M., Ballesterio, T. P., Houle, J. J., Avelleneda, P., Wildey, R., & Briggs, J. (2006). Storm water low-impact development, conventional structural, and manufactured treatment strategies for parking lot runoff: Performance evaluations under varied mass loading conditions. Transportation Research Record, 1984(1), 135-147.

Sample, D. J., Grizzard, T. J., Sansalone, J., Davis, A. P., Roseen, R. M., & Walker, J. (2012). Assessing performance of manufactured treatment devices for the removal of phosphorus from urban stormwater. Journal of Environmental Management, 113, 279-291.

The Water Research Foundation (2020). International Stormwater BMP Database: 2020 Summary Statistics. https://www.waterrf.org/system/files/resource/2020-11/DRPT-4968_0.pdf

BILAGA 1

Bilaga 1: Förslag till branschstandard för utvärdering av prefabricerade dagvattenreningsanläggningars funktion

Följande dokument är ett förslag till branschstandard. Det bör således inte betraktas som en slutgiltig eller fullständig branschstandard för utvärdering av prefabricerade dagvattenreningsanläggningars funktion. För frågor angående dokumentet kan du kontakta Brita Stenvall, brita.stenvall@ri.se.

Introduktion

Detta dokument har tagits fram inom Vinnovaprojektet ”Testbädd för rening och fördröjning av dagvatten” i dialog med en expertgrupp bestående av representanter från kommunala förvaltningar samt från statliga myndigheter som berörs av frågan. Syftet med dialogen var att ge underlaget mer tyngd och legitimitet och i slutändan en acceptans i branschen.

Det har säkerställts att arbetet med branschstandarden inte gynnar vissa företag framför andra.

Bakgrund

Det saknas nationella riktvärden för fördröjning och utsläpp av förorenat dagvatten. Ett antal kommuner har dock tagit fram egna krav och riktlinjer för fördröjning och utsläpp av förorenat dagvatten, ofta baserat på de lokala recipienternas förutsättningar. Vilken juridisk legitimitet dessa krav har är dock oklart. Avsaknaden av riktvärden eller metodik att översätta vilken dagvattenbelastning recipienten tål, försvårar många kommuners arbete med att uppnå miljö kvalitetsnormer och följa vattendirektivet. Detta innebär även att det blir svårt att säkerställa att en hållbar dagvattenhantering kan åstadkommas. Sammantaget skapar detta en osäkerhet i branschen med resultatet att åtgärder försenas eller helt uteblir. Det finns också en risk för att felprioriteringar görs.

I Sverige växer dock behovet och medvetenheten om att begränsa utsläppet av föroreningar från dagvatten för att skydda recipienter. Kontinuerligt kommer nya tekniska lösningar ut på marknaden som marknadsförs av olika tillverkare, ofta med hänvisning till höga reningsgrader och litet underhållsbehov. Dock har det sällan utförts oberoende tester som visar effektiviteten 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 reningsfunktionen över längre tid säkerställs. Ett växande intresse har identifierats av att kunna påvisa effektiviteten av de lösningar man väljer för att hantera dagvattenutsläpp.

Standardiserade tester av tekniska lösningar samt offentliga resultat skulle kunna underlätta valet av rätt teknik för slutanvändaren, såsom kommunerna, fastighetsägare och exploatörer, och därigenom 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 jämföra resultat med andra lösningar på marknaden. Detta anses vara positivt för utvecklingen av tekniska lösningar i Sverige. Man ställer alltså inga krav på anläggningens funktion (t.ex. reningsförmåga) utan definierar en testmetod för utvärdering och redovisning av anläggningens funktion. Denna

BILAGA 1

testmetod blir en branschstandard. Då en branschstandard inte är bindande för tillverkarna är det av stor vikt att standarden har en bred acceptans bland användare, tillverkare och kravställare

Syfte

Denna branschstandard gäller för prefabricerade, täta och kompakta dagvattenanläggningar (på engelska: manufactured treatment devices), såsom brunnsfilter, oljeavskiljare, sedimentationskammare, filtermaterial, mm. Det vill säga typer av anläggningar som kan tillämpas när utrymme är en begränsande faktor, placeras uppströms öppna dagvattenlösningar för att t.ex. minska risken för igensättningar eller nedströms som ett extra reningssteg. Branschstandarden har utvecklats för anläggningar som tillverkas med standardiserade mått och gäller därför inte för anläggningar med vegetation och fyllnadsmaterial som kan skilja sig från plats till plats och/eller större anläggningar som dimensioneras utifrån platsspecifika förutsättningar såsom dammar, våtmarker, diken eller växtbäddar/biofilter.

Testerna som beskrivs i detta dokument 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.

Testerna ska utföras på en oberoende testanläggning. Testerna ska bevitnas att de utfördes enligt branschstandardens.

Tillverkarna ska själva säkerställa och testa sina anläggningar för två funktionella krav och offentliggöra resultaten:

1. Kvantifiering av rekommenderat maximalt flöde som kan renas i anläggningen.
2. Beskriva hur anläggningen hanterar flöden som överskrider maxflödet, t.ex. genom en by passinstallation eller rekommendationer i installationsanvisningar.

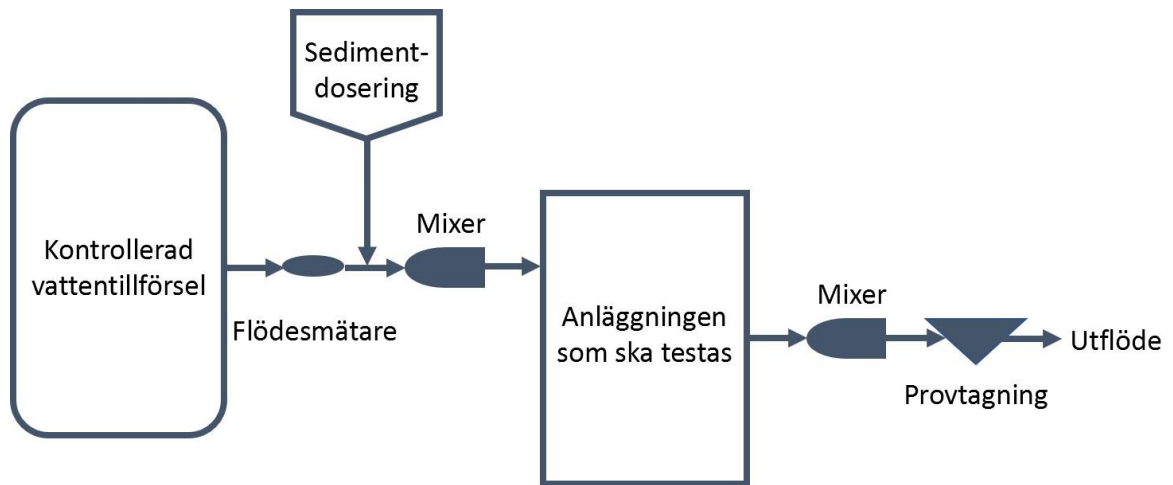
Att följa branschstandardens är frivilligt.

Utvärdering av förmågan att rena och kvarhålla partikelbundna föroreningar

Testuppställning

Testerna för utvärdering av rening och kvarhållandet av partikelbundna föroreningar ska genomföras i fullskala. Principiell testuppställning visas i Figur 7.

BILAGA 1



Figur 7: Principiell testuppsättning för utvärdering av förmågan att rena och kvarhålla partikelbundna föroreningar.

Testuppsättning består av:

- Konstant och kontrollerbar vattentillförsel
- Flödesmätare
- Apparatur för dosering av sediment (som representerar partikelbundna föroreningar) samt blandare
- Anslutning till den fullskaliga dagvattenanläggningen som ska testas samt en möjlighet för provtagning vid utloppet

Genomförandet

Testerna ska utföras med en definierad sekvens av olika flöden genom anläggningen. Denna sekvens visas i Tabell 14. Alla steg ska genomföras utan mellanliggande rengöring av anläggningen. Flöden anges som en procentsats av maxflödet som ska redovisas av tillverkaren.

Tabell 14: Flöden vid test för rening av partiklar samt deras sekvens.

	Steg	% av maxflöde	Minimum antal av volymsutbyten ¹	Sediment konc. [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	120 ²	20	n/a

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

² Tryckförlust (hydraulic head loss) ska bestämmas mellan in- och utloppet av anläggningen.

Flödet vid steg ett är avsett att simulera flöden vid långvariga och lågintensiva regn eller flöden vid snösmältning, vilket också är anledning att den permanenta vattenvolymen ska

BILAGA 1

bytas ut 20 gånger. Under steg två och tre ska 50% procent samt 100% av det angivna maxflödet tillämpas. Under steg 4 ska maxflödet överskridas med 20%, för att kunna bedöma hur anläggningen beter sig under förhållanden när maxflödet överskrids. En överskridning av maxflödet med 20% valdes, då flödesökning mellan ett 1-årsregn och 2-årsregn motsvarar ungefär 20%. Även under steg fem ska 120% av maxflödet tillämpas, dock under en längre tid och utan partiklar i inkommande vatten. Här testas anläggningen förmågan att kvarhålla partiklar under höga flöden. Under testerna bör flödena kunna kontrolleras med en noggrannhet på $\pm 5\%$. Mellan steg 4 och 5 ska systemet vila för minst 16h för att möjliggöra en fullständig sedimentering. Under steg 5 ska tryckförlusten mätas och redovisas.

Testerna kartlägger anläggningens förmåga att fänga och kvarhålla sediment med en definierad partikelstorleksfördelning (PSD). Denna 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 $D_{50\%}$ (viktmedian partikelstorlek) på 63 μm . Partikelstorleksfördelning av sedimentet som används i testerna ska testas enligt SS-EN 12948 och resultatet ska redovisas. Koncentrationen av sedimentet under testerna ska vara 200 mg/l och ska kunna doseras med en noggrannhet på $\pm 5\%$. Denna koncentration motsvara TSS-koncentrationer i dagvatten för tätbebyggd urban miljö¹.

Provtagning vid steg 1 – 5 sker vid 5 tillfällen för varje steg som är jämt fördelade över tiden. Vid varje tillfälle ska två prover à 1l tas.

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

Beräkning av anläggningens effektivitet att rena och kvarhålla partiklar

Resultat av testerna ska vägas ihop till ett nyckeltal som beskriver anläggningens effektivitet att rena och kvarhålla partiklar. För alla prover under respektive steg ska en medelkoncentration beräknas. Tillsammans med volymen vid de enskilda stegen ska massan av partiklar som lämnade anläggningen beräknas:

$$M_{ut} = V_1 \cdot C_1 + V_2 \cdot C_2 + V_3 \cdot C_3 + V_4 \cdot C_4 + V_5 \cdot C_5$$

M_{ut}
anläggningen under testen i mg

Massan av partiklar som kunde lämna

V_n

Vattentillförsel under de enskilda stegen i liter

C_n

i mg/l

Koncentration av partiklar vid de enskilda stegen

Anläggningens effektivitet ska då beräknas enligt:

$$\mu = \left(1 - \frac{M_{ut}}{M_{in}}\right) \cdot 100$$

M_{in}

Totala massan av partiklar under alla stegen i mg.

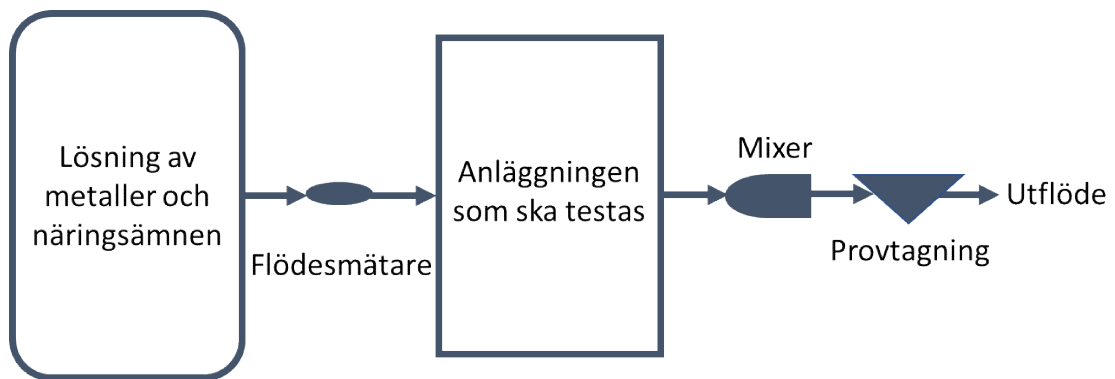
BILAGA 1

Utvärdering av förmågan att rena och kvarhålla lösta metaller och näringsämnen

Denna procedur avser att undersöka filters förmåga att rena lösta metaller och fosfor. Därutöver undersöks inverkan av vägsalt på filtrets förmåga att hålla kvar föroreningar. I testerna väljs parametrar (flöde, tid och koncentration), så att föroreningsbelastningen i tätbebyggd urban miljö simuleras¹. Under testerna används zink, koppar och fosfor som indikatorparameter.

Testuppställning

För att reducera mängden av lösta metaller och fosfor i vatten skalas försökuppställningen ned (ned till en hundradel). Flödehastighet samt kontakttid med filtermaterial ska dock motsvara ett fullskaligt system. Den principiella testuppställningen visas i Figur 8.



Figur 8: Principiell testupsättning för utvärdering av förmågan att rena och kvarhålla lösta metaller och näringsämnen.

Testuppställning består av:

- Reservoar med metall- och näringsämneslösning och pump för kontrollerbar tillförsel
- Flödesmätare
- Representativ sektion av filtret som ska testas samt möjlighet för provtagning vid utloppet

¹ Duncan, H. (1999). *Urban stormwater quality: a statistical overview*. CRC for Catchment Hydrology.

BILAGA 1

Genomförandet

Testerna ska utföras med en definierad sekvens av olika flöden genom anläggningen. Denna sekvens visas i Tabell 15.

Tabell 15: Flöden vid test för rening av metaller samt deras sekvens.

	Steg	% av maxflöde	Minimum antal av volymsutbyten ¹	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

¹ Varaktighet av de enskilda stegen ska vara minst 15 min.

Flödet vid steg ett är avsett att simulera flöden vid långvariga och lågintensiva regn eller flöden vid snösmältning, vilket också är anledning att den permanenta vattenvolymen ska bytas ut 20 gånger. Under steg två och tre ska 50% procent samt 100% av det angivna maxflödet tillämpas. Under steg 4 ska maxflödet överskridas med 20%, för att kunna bedöma hur anläggningen beter sig under förhållanden när maxflödet överskrids. En överskridning av maxflödet med 20% valdes, då flödesökning mellan ett 1-årsregn och 2-årsregn motsvara ungefär 20%. Flöden för test av kvarhållandet av metaller och näringsämnen under inverkan av vägsalt ska simulera flöden vid snösmältning. Under testerna bör flödena kunna kontrolleras med en noggrannhet på ±5%. Mellan steg 1, 2, 3 och 4 ska systemet vila i minst 4 h dock högst 72 h. Mellan steg 4 och 5 ska systemet vila i minst 16 h dock högst 72 h. Möjligheten för vissa filtermaterial att torka upp mellan regnen bidrar till att reningseffekten kan bibehållas över tid.

För steg 1 – 4 ska en lösning av koppar, zink och fosfat-salter användas för att uppnå koncentrationer enligt Tabell 15. pH-värdet i metallösning ska justeras och ligga på 5±0,5.

Under steg 5 ska en lösning av salt (natriumklorid) och avjoniserat vatten med en koncentration på 2 g Cl/l användas. På grund av hög variabilitet ska dock inget vanligt vägsalt användas. Istället ska salt med en renhetsgrad på minst 99,5% användas. Saltkoncentrationen har valts så att den motsvarar vanliga saltkoncentrationer i vägdagvatten²

Under alla stegen ska 2 prover tas vid 4 olika tillfällen för varje steg. Den första tas efter ett volymbyte, de resterande 3 tas jämt fördelat över den resterande testperioden. Alla prover ska analyseras för koppar och zink enligt SS 028184 och fosfor enligt SS-EN 1189.

² Marsalek, J. (2003). Road salts in urban stormwater: an emerging issue in stormwater management in cold climates. *Water Science and Technology*, 48(9), 61-70.

BILAGA 1

Beräkning av anläggningens effektivitet att rena och kvarhålla metaller och näringsämnen

Rening av metaller och näringsämnen

Koncentrationen för koppar, zink och fosfor ska beräknas som ett aritmetiskt medelvärde av alla 8 prover för varje steg. Sen ska ett aritmetiskt medelvärde beräknas för koncentrationerna av alla 4 stegen, enligt:

$$C_{ut} = (C_1 + C_2 + C_3 + C_4)/4$$

C_{ut} Koncentration av koppar, zink och fosfor i utflödet

Anläggningens effektivitet beräknas enligt:

$$\mu = \left(1 - \frac{C_{ut}}{C_{in}}\right) \cdot 100$$

C_{in} Koncentration av koppar, zink och fosfor i testlösningen

Förmågan att kvarhålla metaller och näringsämnen under inverkan av salt

Ett medelvärde beräknas av de 8 individuella proverna under steg 5. Den procentuella andelen av metaller och näringsämnen som kan mobiliseras under inverkan av salt beräknas enligt:

$$\gamma = \left(1 - \frac{(C_{salt} - C_{bakgrund}) \cdot V_{salt}}{(C_{in} - C_{ut}) \cdot V_{in}}\right) \cdot 100$$

γ Effektivitet att kvarhålla metaller och näringsämnen under inverkan av salt

C_{salt} Metaller och näringsämnen i saltlösningen i utflödet

$C_{bakgrund}$ Bakgrundskoncentration i saltlösningen

V_{salt} Totalvolym av saltlösningen

C_{ut} Koncentration av koppar, zink och fosfor i utflödet under steg 1-4

C_{in} Koncentration av koppar, zink och fosfor i testlösningen under steg 1-4

V_{in} Volym av lösning av metaller och näringsämnen som används under steg 1-4

Drift av anläggningarna

Anläggningarna som testas ska utformas för att avleda dagvatten och samtidigt rena föroreningar. För anläggningar med filter ska säkerställas att detta inte sätts igen och minskar den hydrauliska effektiviteten hos anläggningen. Filters egenskaper med tanke på igensättning och bytesfrekvens ska testas och redovisas av tillverkaren. Om så finns ska tillverkaren även ge referenser där anläggningens långtidfunktion och underhållsbehov har testats.

Anläggningens förmåga att avleda dagvatten (hydraulisk funktion) testas genom mätning av tryckförlust (steg 5) under testerna.

BILAGA 1

Möjligheter för rening och allmänt underhåll samt lagringsvolym för sediment ska beskrivas av tillverkaren. Korrekt underhåll är av stor betydelse för anläggningens funktion, därför ska tydliga anvisningar för underhåll och frekvens av detta tillhandahållas av tillverkaren. Detta inkluderar även eventuella filterbyten.

Rapport och provprotokoll

Rapporten samt certifikat ska som ett minimum innehålla följande information:

- Namn på tillverkaren av den anläggning som testades
- Benämning av anläggningen
- Syfte med anläggningen
- Information kring reningsmekanism och typ av föroreningar som ska renas
- Information kring anläggningens utformning och konstruktion (t.ex. ritningar)
- Anläggningens maximala flödeskapacitet samt lagringsvolym för avskilt sediment
- Maximalt flöde för rening.
- Maximal hydraulisk kapacitet av anläggningen
- Resultat från testerna
 - Tryckförlust under flödet som ska renas (steg 4)
 - Tryckförlust under maximalflödet (steg 5)
 - Effektivitet att rena och kvarhålla partiklar
 - Grafisk redovisning av reningsgrad över flödet vid de enskilda stegen
 - Effektivitet att rena och kvarhålla zink
 - Effektivitet att rena och kvarhålla koppar
 - Effektivitet att rena och kvarhålla fosfor
 - Grafisk redovisning av reningsgrad över flödet vid de enskilda stegen för partiklar, koppar, zink och näringsämnen.

Information som ska tillhandahållas av tillverkaren

Som ett minimum ska tillverkaren tillhandahålla följande information

- Information kring tänkt syfte och utformning av anläggningen (flöde som kan renas, maximal hydraulisk kapacitet)
- Information kring uppbyggnad av anläggningen (material och enskilda komponenter)
- Andra standarder som följs av anläggningen (t.ex. hållfasthet, miljödeklaration, mm.)
- Datablad kring eventuellt filtermaterial
- Instruktioner för drift och underhåll av anläggningen, samt teoretisk livslängd baserad på rätt skötsel.
- Referenser för anläggningens långtidfunktion och underhållsbehov ifrån tidigare projekt.