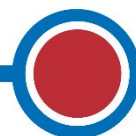


Ren Kustlinje



Interreg

Öresund-Kattegat-Skagerrak
European Regional Development Fund



EUROPEAN UNION

Fullskaleförsök av vatten och partikeltransport i en dag- och bräddvattenanläggning Kungälv/Ytterby



Stenungsunds
kommun

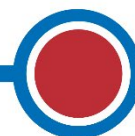


Kungsbacka

**KUNGÄLVS
KOMMUN**



Ren Kustlinje



Interreg

Öresund-Kattegat-Skagerrak
European Regional Development Fund

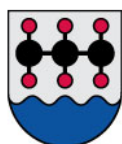


EUROPEAN UNION

Inom EU-projektet Ren Kustlinjes WP6, som handlar om att minska tillförseln av ”sopor” till havet har detta fullskaleförsök fokuserat att titta på minskning av negativa effekter på miljön från bräddning av spillavlopp från en kommunal avloppspumpstation för spillvatten.

Försöket har genomförts i ett samarbete mellan Kungälv kommun, Stenungsunds kommun, Kungsbacka kommun och IVL Svenska Miljöinstitutet.

Kungälv i december 2018 Maria Hübinette



**Stenungsunds
kommun**



Kungsbacka

**KUNGÄLV
KOMMUN**





Nr C 362

December 2018

Fullskaleförsök av vatten och partikeltransport i en dag- och bräddvattenanläggning Kungälv/Ytterby

Filip Moldan, Sara Jutterström, Lisette Graae, Eva-Lena Härnwall och Kerstin Magnusson

Författare: Filip Moldan, Sara Jutterström, Lisette Graae, Eva-Lena Härnwall och Kerstin Magnusson,
IVL Svenska Miljöinstitutet

Medel från: Kungälv kommun

Fotograf: Kungälv kommun och IVL

Rapportnummer C 362

ISBN 978-91-7883-002-2

Upplaga Finns endast som PDF-fil för egen utskrift

© IVL Svenska Miljöinstitutet 2018

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm

Tel 010-788 65 00 // www.ivl.se

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem

Förord

Under september 2018 har IVL i samråd med Maria Hübinette från Kungälv kommun föreslagit hur ett fullskaleförsök av en översilningsyta, tillika kallad svackdike, skulle kunna genomföras. Diskussionerna mynnade i en offert från IVL till Kungälv kommun och så småningom till ett projekt som IVL har genomfört. Fältdelen av projektet genomfördes den 25:e oktober och en kort rapport som sammanfattade fältdelen skrevs dagarna efter fältförsöket. De insamlade vattenproverna analyserades av IVL i november och december. Denna rapport är en slutredovisning av projektet och sammanfattar förberedande arbete, fältförsök och resultaten av mätningarna i fält och plastpartikelanalyserna.

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	5
Summary	6
Inledning	7
Förberedande arbete	8
Genomförandet i fält	10
Resultat	12
Hydrologi.....	12
Partiklar.....	15
1.1.1 Inkomna prover:	15
1.1.2 Filtrering av inkomna prover:	15
1.1.3 Filtrerade vattenvolymer:	15
1.1.4 Partikelanalys:.....	16
1.1.5 Resultat	17
Slutsatser.....	19
Tackord.....	21

Sammanfattning

Ett fullskaligt test för att undersöka funktionen av en dag- och bräddvattenanläggning i ett nytt mindre villaområde i Tega 2:5, Kungälv/Ytterby har genomförts. Det huvudsakliga syftet med testet var att undersöka vilken kapacitet anläggningen har att kunna hantera vatten vid ett kraftigt punktutsläpp (bräddning) och även undersöka hur partikulärt material sprids genom anläggningen från utsläppspunkten och därmed reducera föroreningsbelastningen på recipienten.

Fältförsöket utfördes torsdagen den 25:e oktober 2018. En tankbil släppte 9 m³ rent vatten till den översta delen av anläggningen med en flödes hastighet på 10 l/s. I vattnet blandades 2 g polyamidpartiklar som spårämne. Den genomsnittliga koncentrationen var ca 3 000 partiklar/l. Försöket pågick från kl. 9 på morgonen till kl. 15 på eftermiddagen. Vattennivån i alla delar av anläggningen mättes utifrån 7 förinstallerade fasta punkter.

Drygt 100 vattenprover samlades in från 5 olika provtagningspunkter inom anläggningen. Proverna skickades till IVL laboratoriet i Stockholm där de slogs ihop till 11 samlingsprover, filterades och analyserades i mikroskop.

Anläggningen fördröjde det insläppta vatten med ca 6 timmar. Den mängd vatten som släpptes in var långt under anläggningens kapacitet och medförde bara måttlig förhöjda vattennivåer i hela anläggningen, med upp till 12 cm i den översta delen där vattnet släpptes in och upp till 5 cm i de övriga delarna. Huvuddelen av vattnet passerade genom anläggningen inom de första 2 timmarna och efter 6 timmar var vattnet tillbaka på sina ursprungliga nivåer inom hela anläggningen.

De maximala uppmätta partikelhalterna minskade med >90 % mellan punktutsläppet och den första provtagningspunkten nedströms. Återstoden verkar ha filterats i de två efterföljande delarna av anläggningen då inga partiklar påträffades vid utloppet från anläggningen under försökets 6 timmar. Försöket kan inte besvara frågan om partikelmaterialet aldrig kommer ut från anläggningen t.ex. vid kommande naturliga höga vattenföringssituationer. Inom den tidsram som försöket omfattade och med de vattenflöden och partikelhalter som användes visade sig anläggningen dock kapabel att fånga in 100 % av det tillsatta partikelmaterialet.

Summary

A full-scale field test to investigate the function of a stormwater treatment facility in a new residential area in Tega 2: 5, Kungälv / Ytterby has been carried out. The purpose of the test was to investigate the capacity of the facility to handle a large single discharge in case of sewer system failure by examining how water and particulate matter is spread through the facility from the emission point.

The field trial was conducted on Thursday, October 25th, 2018. A tank truck released 9 m³ of clean water into the uppermost part of the stormwater facility at a flow rate of 10 l/s. In the water, 2 g of polyamide particles were mixed as a tracer. The average concentration was about 3,000 particles / l. The experiment was running from 9 am to 3 pm. The water level in all parts of the facility was monitored using seven preinstalled fixed points.

Over 100 water samples were collected from 5 different sampling points within the facility. The samples were sent to the IVL laboratory in Stockholm where they were pooled to 11 samples, filtered and analyzed in microscopes.

The facility delayed the flow of water by about 6 hours. The amount of water released was far below the maximum capacity of the facility and only resulted in moderately raised water levels throughout the facility, up to 12 cm in the upper part where the water was released and up to 5 cm in the other parts downstream. Most of the water passed through the facility within the first two hours and after 6 hours the water table returned to its original levels throughout the whole facility.

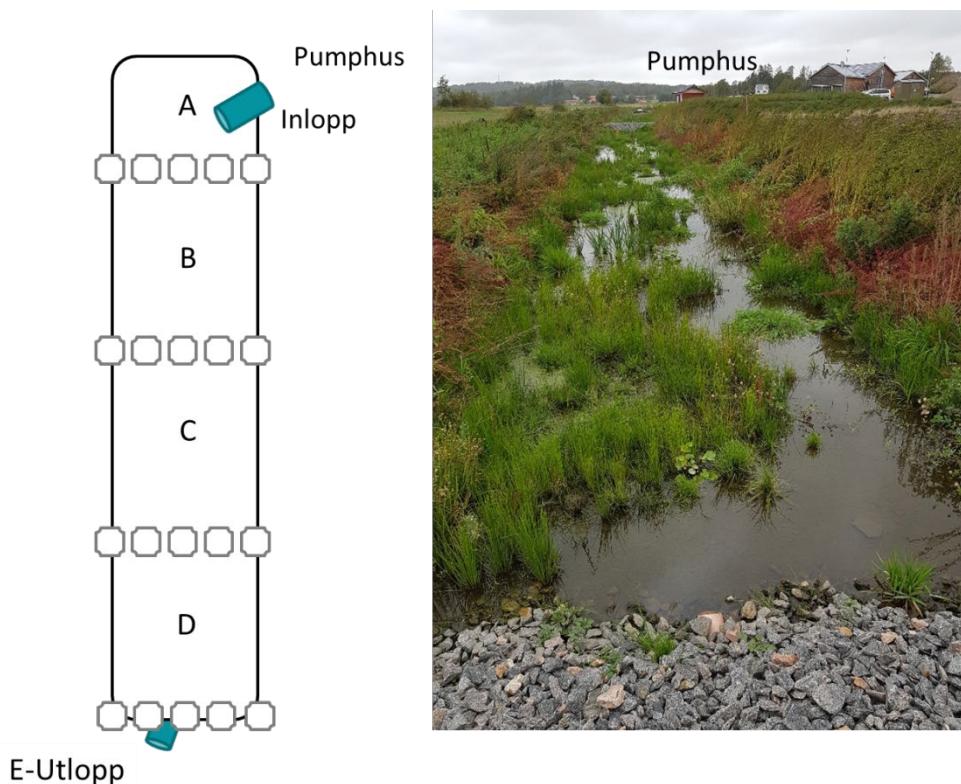
The maximum measured particle concentration decreased by > 90% between the point of emission and the first sampling point downstream. The remaining particles appear to have been filtered in the two subsequent parts of the facility as no particles were found at the outlet of the plant during the 6 hour trial.

The trial cannot answer the question whether the particle material never comes out of the facility e.g. at future natural high water discharge situations. However, within the time frame of the experiment and with the water flows and particle levels used, the facility proved capable of capturing 100% of the added particulate material.

Inledning

Projektet avser fullskaleförsök i en dag- och bräddvattenanläggning (svackdike) som har byggts för ett nytt mindre villaområde i Tega 2:5, Kungälv. Målsättningen är att undersöka anläggningens kapacitet att hantera vattnet vid ett kraftigt punktutsläpp (bräddning) och även undersöka hur partiklar sprids genom anläggningen från utsläppspunkten. Bräddning sker när en avloppspumpstation inte kan ta hand om det inkommande vattnet vid till exempel ett strömavbrott.

Anläggningen i detta fall är utformad som ett långt brett dike med en anlagd våtmark och med ett flertal klackar av stenkross om avskiljare (Figur 1). Tanken är att hejda vattenflödet något och att näringsämnen och partiklar ska tas om hand av växter och rötter i våtmarken.



Figur 1 Skiss över anläggningen och en bild sett från sprängstensklacken mellan avdelningarna C och D mot pumphuset.

IVL har i samråd med kunden utvecklat en idé om att använda en tankbil med rent kranvatten innehållande inerta partiklar som är spårbara för att kunna följa både vatten- och partikeltransporten genom diket. Förutsättningen för att kunna genomföra testet var att ingen naturlig nederbörd kom direkt före eller under fältförsöket som skulle störa mätningarna med okontrollerbar tillförsel av regnvatten med okänt partikelinnehåll.

Förberedande arbete

Rekognoscering och planering av fältdelen genomfördes vid två fältbesök: den 19/9 och den 1/10. För att simulera en bräddning skulle vatten släppas i A-delen av anläggningen (Figur 1) som har en triangulär form med ca 4 m på varje sida och som rymmer uppskattningsvis ca 15 m³. Initialt övervägdes ett upplägg där regnvatten från en dagvattendamm i Kungälv (utmed Trollhättevägen) skulle användas vid försöket. Vattenprover som samlades in visade emellertid ett mycket lågt och dessutom kraftigt varierande partikelinnehåll. Vattnet från dammen bedömdes därmed vara olämpligt att användas vid försöket och som alternativ plan beslutades att använda kranvatten med tillsatta partiklar.

Valet av lämpliga partiklar gjordes efter att olika alternativ undersökts i mikroskop (titandioxid pigment, lermineraller) och flera andra alternativ övervägdes teoretiskt (glaskulor). Inget av ovannämnda material visade sig lämpligt. Antingen gick det inte att med säkerhet identifiera partiklarna i mikroskop eller också var de inte tillräckligt mekaniskt stabila. Valet blev därför specialtillverkade polyamidpartiklar designade för hydrologiska experiment som relativt lätt kan urskiljas från övrigt partikelmaterial på grund av deras enhetliga storlek och färg. Partiklarnas densitet var 1,1 g/cm³. Produkten PSP-50 (polyamidpartiklar med medeldiameter på 50 µm) beställdes från Dantec Dynamics A/S, Tonsbakken 16-18, Skovlunde, 2740 DK.



Figur 2. Infärgade polyamidpartiklar som användes för försöket. Foto: Kungälv kommun, se mer och även film om testet på: www.kungalv.se/vamikroplast

En tankbil med kapacitet upp till 9 m³ beställdes och Kungälv kommun såg till att det fanns tillgång till kranvatten. Mängden partiklar fastställdes till 2 g vilket bedömdes kunna ge tillräckligt hög partikelkoncentration för analyser utan att behöva använda större mängd än nödvändigt. De 2 g som användes beräknades motsvara ca 28 miljoner partiklar vilket i 9 m³ vatten borde ge en koncentration på strax över 3 000 partiklar per liter (Tabell 1). Partiklarna infärgades för att göra dem fluorescanta för att utöka möjligheter att med säkerhet identifiera just de partiklar som tillsattes om matrisen visade sig vara svåranalyserad.

Tabell 1. Teoretiskt antal och koncentration av partiklar som användes vid försöket.

	Diameter (µm)	Densitet (g/cm ³)	Beräknat antal partiklar i 2g	Koncentration (partiklar/l) om man blandar 2g i 9 m ³ vatten
PSP-50: polyamidpartiklar	50	1.1	27 785 014	3 088

Dagen före själva experimentet utrustades varje sektion av dammanläggningen (A-D, Figur 1) med fasta punkter mot vilken vattennivån skulle mätas. Trästavar slogs in minst 60 cm i botten inom varje del av anläggningen för att kunna följa upp hur vattennivån ändrade sig under experimentets gång. I delarna B, C och D installerades en stav vid den övre kanten (Bö, Cö och Dö) och en ytterligare vid den nedre kanten (Bn, Cn och Dn). I den betydligt mindre A-delen räckte det med en punkt. Dessa sammanlagt 7 fixpunkter lämnades kvar efter experimentet i fall kompletterande mätningar skulle genomföras, men bör avinstalleras om inga ytterligare mätningar planeras.



Figur 3. Trästav som fixpunkt för mätning av vattennivå. Foto: IVL.

I klacken mellan B och C och klacken mellan C och D finns ett 110 mm plaströr installerat i botten av varje klack som tillåter obehindrat flöde. Diskussioner förekom om dessa skulle stängas under försöket, men beslutet var att lämna dessa öppna för att efterlikna situationen vid en faktisk bräddning.

Genomförandet i fält

Efter att alla praktiska frågor kring experimentet lösts genomfördes fältförsöket torsdagen den 25:e oktober 2018. Tankbilen hämtade kranvatten i Kungälv vid 8-tiden och anlände till försöksområdet i Tega strax före 9. Hela vattenvolymen på 9 m³ släpptes till anläggningens A-del med start 8:58 och avslutades 9:13 d.v.s. med flödes hastighet på 10 l/s.



Figur 4. Utsläpp av vatten till anläggningens A-del. Hela cisternvolymen på 9m³ tömdes ut på 15 minuter. Foto: IVL.

Partiklar blandades ner i vattnet som tillfördes från tankbilen i område A vid två tillfällen under tankbilens tömning. För varje tillsats blandades 1 g partiklar i en 5 liters hink med vatten och släpptes nära vattenstrålen från cisternen, det första utsläppet skedde 9:05 och det andra utsläppet 9:10. Sammanlagt blandades 2 g polyamidpartiklar in i vattenflödet.



Figur 5. Inblandning av polyamidpartiklar. Foto Kungälv kommun, se mer och även film om testet på: www.kungalv.se/vamikroplast

För att kunna följa vattenflödet mättes vattennivån i alla delar av anläggningen utifrån de förinstallerade fasta punkterna. Vattennivån mättes 16 ggr vid varje punkt under försökets gång, med tätare mätningar i början och glesare mot slutet.

Provtagningen av partiklar genomfördes både via automatiska vatteninsamlare och manuellt med en tidsupplösning på ca 15 minuter med start vid påsläpp av vattnet. Proverna togs under 6 timmars tid tills vattennivåerna hade sjunkit till samma nivåer som före försöket.



Figur 6. Utplacering av en automatisk sekventiell vattenprovtagare med kapacitet på 24 enskilda 1-liters prover. Foto: Kungälv kommun, se mer och även film om testet på: www.kungalv.se/vamikroplast

I område A samt vid anläggningens utlopp (E) togs samlingsprov för att få en överblick angående vad som har gått in i systemet och vad som har lämnat systemet. Övriga provpunkter för partikelprovtagningen är område B och C, samt D som är slutet på diket. Provtagningen vid utloppet fortsatte med stickprover under några dagar efter försöket. Totalt samlades ett överskott av prover in under och efter försöket. Detta på grund av svårigheten att förutsäga hur tidskrävande analyserna av mikropartiklar i proverna skulle bli och hur många prover som då kunde analyseras inom projektets tids- och budgetram. Tidsåtgången varierar beroende på hur många och vilken typ av partiklar som finns i proverna. Efter utvärdering av hydrologin bestämdes vilka tidsintervall som var mest intressanta ur analysynpunkt och dessa prover prioriterades.



Figur 7. Provtagningspunkt D (t.v.) med en automatisk sekventiell vattenprovtagare med kapacitet på 24 1-liters provflaskor som ryms i provtagarens undre del och som fylldes automatisk under försökets 6 timmar, d.v.s. ett prov (på en liter) var 15:e minut. Utloppet från hela anläggningen (provtagningspunkt E) på den högra bilden. Foto: IVL.

Resultat

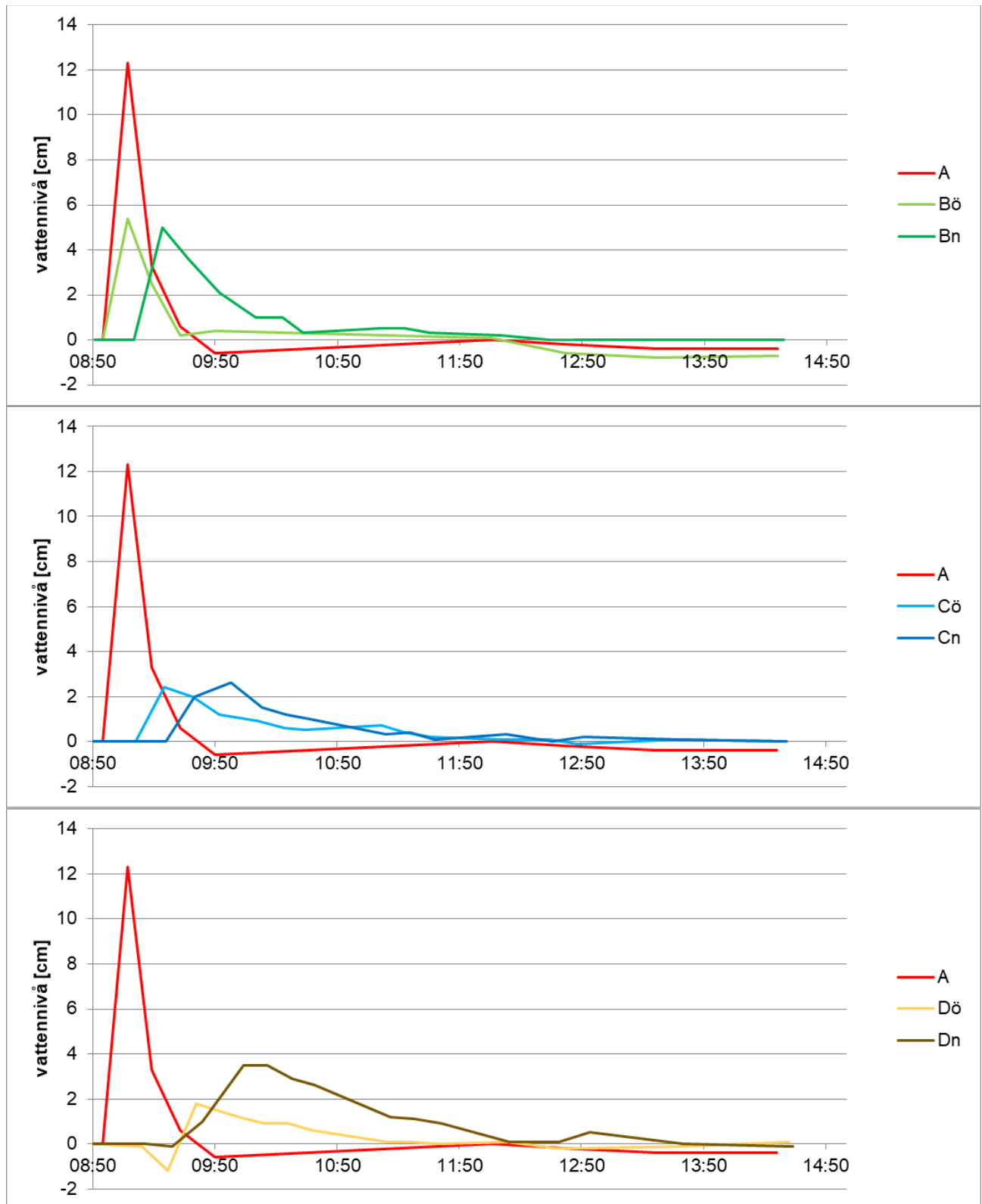
Hydrologi

Anläggningen tog emot 9 m³ vatten som släpptes ut med ett genomsnittligt flöde på ca 10 l/s och vattnet flödade snabbt bort från A-delen. Den maximala uppmätta nivåhöjningen i A-delen blev endast 12 cm eftersom sprängstenströskeln mellan A- och B-delen visade sig mycket permeabel. Vattnet började stiga vid Bö punkten utan nämnvärd fördröjning (Tabell 2). Längre ner i systemet fördröjde varje del av anläggningen (B, C och D) vattnets rörelse och det dröjde drygt en timme innan den högsta nivån observerades vid den bastersta mätpunkten (Dn). Tiden för återgång till förexperimentella vattennivåer var ännu mera förlängd ju längre ner i anläggningen vattennivån mättes. Vid A- och Bö-punkterna sjönk vattennivåerna tillbaka redan efter ca 50 – 80 minuter (Tabell 2) medan det dröjde drygt 5 timmar vid Dn-punkten (Tabell 2, Figur 8).

Tabell 2. $T(\max)$ är tiden till maximal vattennivå, $T(\text{åter})$ är tiden tills vattennivån sjunkit till nivån innan experimentet, $d(\max)$ är maximal uppmätt vattennivå vid $T(\max)$. Alla värden är ungefärliga med tanke på det snabba förloppet.

Observationspunkt	T(max)	T(åter)	d(max)
	tt:mm	tt:mm	cm
A	00:09	00:52	12.3
Bö	00:10	01:22	5.4
Bn	00:26	03:36	5
Cö	00:27	03:50	2.4
Cn	01:00	03:38	2.6
Dö	00:43	03:39	1.8
Dn	01:12	05:36	3.5

Den maximala vattennivån var högst i A-delen, medan höjningen var mindre i B, C och D delarna (Figur 8, Tabell 2). De uppmätta skillnaderna är relativt konsistenta och följer ett tydligt mönster med undantag av de initiala mätningarna på Dö som visar en sänkning i början av experimentet samt en relativ stor skillnad i $d(\max)$ mellan punkterna Dö och Dn. Det kan röra sig om mätfel som är svårt att värdera i efterhand, men vi har inte någon annan förklaring.



Figur 8. Förändring i vattennivå efter utsläppet av 9 m³ vatten till A-delen av bräddvattenanläggningen. De högsta vattennivåerna uppmättes efter 9 minuter i A-delen och efter drygt en timme i nedre kanten av D-delen (Dn). Efter drygt 5 timmar var vattennivåerna tillbaka till ursprungliga värden inom hela anläggningen.

Den maximala kapaciteten för anläggningen att hantera ett punktutsläpp av vatten vid bräddning kan endast uppskattas mycket grovt. Den maximala uppmätta höjningen av vattennivån i A-delen blev endast 12 cm vilket var ca 50 - 60 cm under nivån innan det skulle börja svämma över. Sprängstenen mellan A och B delarna dämpade flödet till, i genomsnitt, cirka en fjärdedel, d.v.s. 2.5 l/s eftersom det tog ungefär en timme innan A delen "tömdes" till ursprunglig nivå. Flödet mellan A och B skulle naturligtvis stiga vid högre utsläpp. Troligtvis skulle ett fem gånger större utsläpp, d.v.s. ett utsläpp på 50 m³ med ett flöde på 50 l/s, kunna hanteras utan att A-delen översvämmas.

Partiklar

1.1.1 Inkomna prover:

Vattenprover från provplats A (vattnet som gick in i anläggningen) och provplats E (vattnet som gick ut ur anläggningen) var tagna som samlingsprover under drygt en timme inom A-delen och under 6 timmar vid E-punkten. Vid provplats B, C och D togs 1-liters vattenprover manuellt (B) eller med automatiska provtagare (C och D) var 15:e minut under 6 timmar. Av dessa prover gjordes 3 samlingsprover/provplats där prov 1 motsvarar tiden när vattnet började stiga i området, prov 2 motsvarar tiden i mitten och prov 3 när flödet hade klingat av för respektive område. Sammanlagt har 105 vattenprover samlats in av vilka 85 användes för slutgiltig analys, sammanslagna i 11 samlingsprover. Övriga 20 prover användes som förprover för att avgöra hur sammanslagningen skulle göras (se nedan) eller användes inte. Ytterligare 3 prover samlades in från E-punkten under 4 dagar efter att experimentet avslutades. Dessa analyserades i slutändan inte efter att det visade sig att E-provet från experimentet inte innehöll några partiklar. En förteckning på hur proverna sammanslagits för partikelanalys finns i Tabell 3.

1.1.2 Filtrering av inkomna prover:

För att kunna räkna mängden partiklar i vattnet filtrerades vattenproverna igenom filter med olika maskstorlek. Partiklarna som fastnade på filtren analyserades sedan m.h.a. stereomikroskop (45 gångers förstoring) och ljusmikroskop (100 gångers förstoring). Maskstorlekarna för samtliga prover var 50 och 20 µm. För samlingsprov A, som var vattnet med högst partikelhalt, gjordes även en sekvensfiltrering med filter med 300 och 100 µm maskstorlek innan de mindre filterstorlekarna användes för att ta bort så mycket som möjligt av de, i detta fall, oväsentliga partiklarna.

För att kunna avgöra hur mycket partiklar som samlingsproverna från provplats B, C och D innehöll gjordes en förfiltrering av 1 liter prov per provplats. Proven analyserades i stereomikroskop för att få en uppfattning om mängden vatten som kunde filtreras från respektive samlingsprov utan att mängden partiklar på filtret skulle bli för stor för att kunna analyseras. Ca 1 liter prov från varje del (A-E) sparades även ofiltrerat som back-upp för framtida analyser.

1.1.3 Filtrerade vattenvolymer:

A-samlingsprov: 1,5 liter vatten filtrerades igenom 300 och 100 µm-filter. 0,2 liter av detta filtrerades igenom ett 50 µm-filter. När denna volym (0,2 liter) sedan skulle filtreras igenom 20 µm-filtret sattes det igen av mängden partiklar efter 0,16 liter (kallat del 1). Ett nytt 20 µm-filter (kallat del 2)

användes för att filtrera igenom resterande 40 ml. 50 µm- och 20 µm-filtret (endast del 2) analyserades med hjälp av ljusmikroskop.

B1: Förfiltreringsprovet utgjordes av 1,025 liter vatten och samlingsprovet av 3,995 liter. Båda prover filtrerades på 50 och 20 µm filter.

B2: Förfiltreringsprovet utgjordes av 0,985 liter vatten och samlingsprovet av 4,81 liter. Båda prover filtrerades på 50 och 20 µm filter.

B3: Förfiltreringsprovet utgjordes av 1,035 liter vatten och samlingsprovet av 9,115 liter (filtrerat m.h.a. vakuumsug). Båda prover filtrerades på 50 och 20 µm filter.

C1: Förfiltreringsprovet utgjordes av 0,93 liter vatten och samlingsprovet av 8,475 liter. Båda prover filtrerades på 50 och 20 µm filter.

C2: Förfiltreringsprovet utgjordes av 0,95 liter vatten och samlingsprovet av 7,625 liter (filtrerat m.h.a. vakuumsug). Båda prover filtrerades på 50 och 20 µm filter.

C3: Det fanns endast 1 prov på 0,960 liter att tillgå för denna tidpunkt för provplats C, så samlingsprov saknas. Provet filtrerades på 50 och 20 µm filter.

D1: Förfiltreringsprovet utgjordes av 0,9 liter vatten och samlingsprovet av 4,7 liter. Båda prover filtrerades på 50 och 20 µm filter.

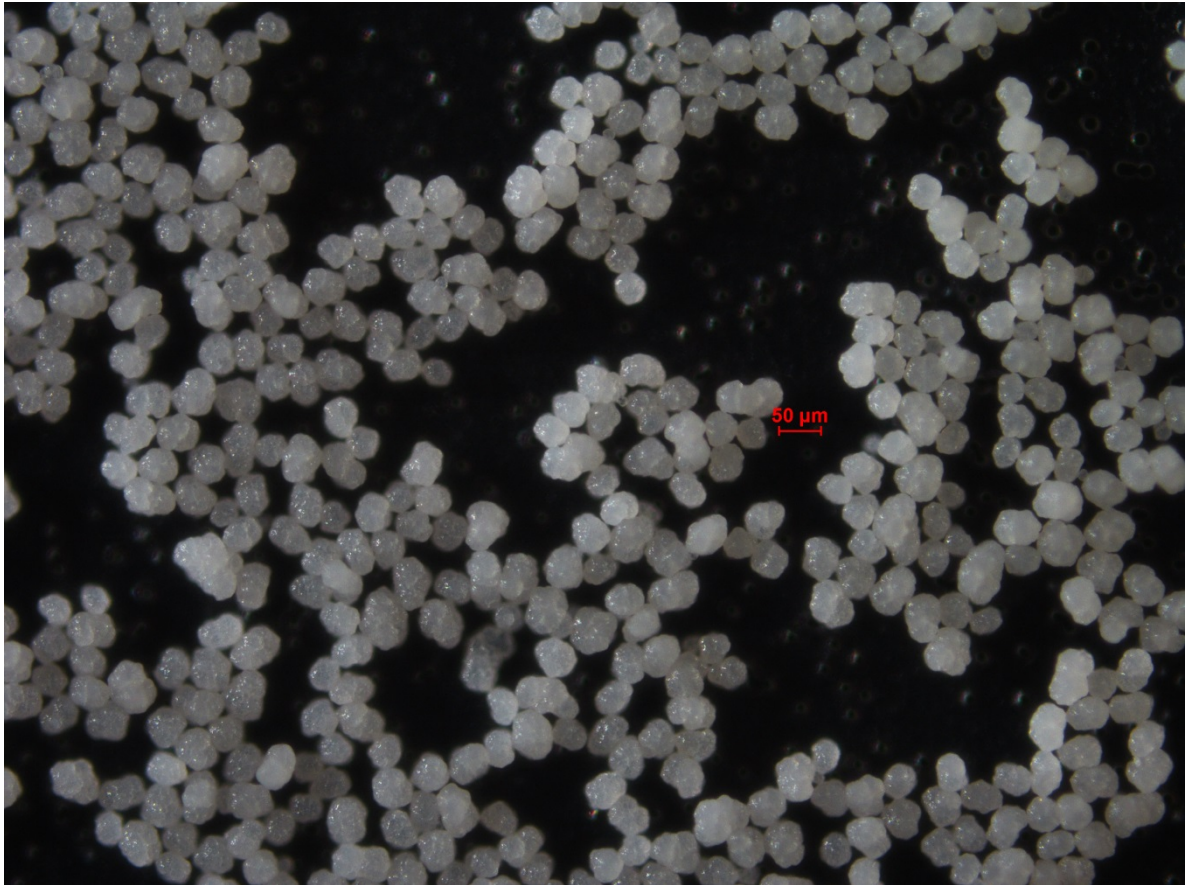
D2: Provet ansågs innehålla så få partiklar att inget förfiltreringsprov behövde göras. Ett samlingsprov gjordes på 7,52 liter och filtrerades på 50 och 20 µm filter.

D3: Provet ansågs innehålla så få partiklar att inget förfiltreringsprov behövde göras. Ett samlingsprov gjordes på 2,8 liter och filtrerades på 50 och 20 µm filter.

E-samlingsprov: Samlingsprovet på 5,55 liter filtrerades på 50 och 20 µm filter. 20 µm filtreringen fick göras om en gång, eftersom filtret var veckat vid första tillfället. Samma filter användes vid båda filtreringarna.

1.1.4 Partikelanalys:

Figur 9 visar ett foto taget genom 100 gångers förstoring i ljusmikroskop på polyamidpartiklarna. Partiklarna varierade i storlek mellan ca 20 och 80 µm. Färgen kunde variera från helt vit till svagt gråaktig. Även partiklarnas form varierade, men var generellt mjuka och rundade. Partiklarna var opaka (d.v.s. icke-transparenta) och hade en tydlig glansighet.



Figur 9. Polyamidpartiklar på 20 µm filter fotat genom ett ljusmikroskop med 100 gångers förstoring.

Eftersom det finns många naturligt förekommande partiklar (mineralkorn, saltpartiklar, pollenkorn m.m.) i ett vattenprov som också är vitaktiga och i storleksordningen 20-80 µm, utgjordes den största svårigheten av att identifiera vilka partiklar som var polyamidpartiklar och vilka som inte var det. Inför varje analys studerades därför först ett prov med enbart polyamidpartiklar. Särskilt svåra prover analyserades flera gånger (mellan 2 och 6 gånger) och ibland av två olika personer för att säkerställa så bra resultat som möjligt. I svårbedömda fall hölls täta diskussioner mellan de två personer som analyserade proverna.

Ytterligare en utmaning i analyserna utgjordes av polyamidpartiklarnas storlek. De var helt enkelt för små för att kunna analyseras i ett stereomikroskop med 45 gångers förstoring, varför ett ljusmikroskop användes. Därmed baserades analysen enbart på en visuell bedömning av partiklarna och inte av en kombination av visuell och fysisk bedömning (genom att känna på dem med en pincett eller göra smälttester), som annars är brukligt vid analys av mikrokräpppartiklar.

1.1.5 Resultat

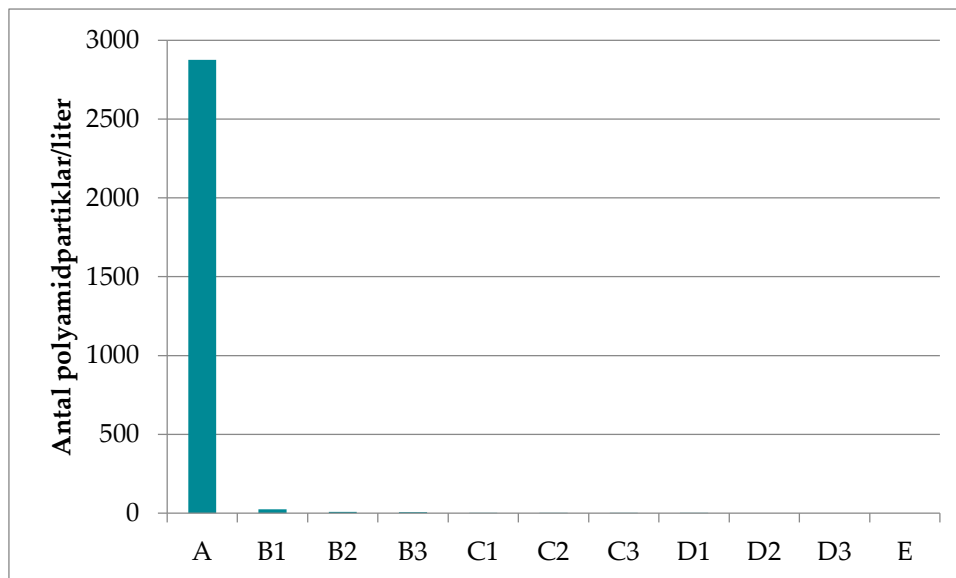
Vid de fall flera godkända resultat förekom för samma prov (t.ex. i de mer svårbedömda fallen där provet analyserats av två personer) har ett medelvärde av antal identifierade partiklar räknats ut. Antalet identifierade partiklar/prov har dividerats med provets volym för att få fram en koncentration (antal partiklar/liter). I de fall förfiltreringsprov förekom har resultaten därifrån adderats till motsvarande samlingsprov. Lika så har resultaten för de olika filterstorlekarna adderats samman för att få en koncentration/provplats och tid. Tabell 3 visar resultatet för analyserna.

Tabell 3. Sammanställning av samlingsproven visandes antal delprov som ingick i vart och ett samt vilken tidsperiod de representerar och den slutliga koncentrationen polyamidpartiklar/liter.

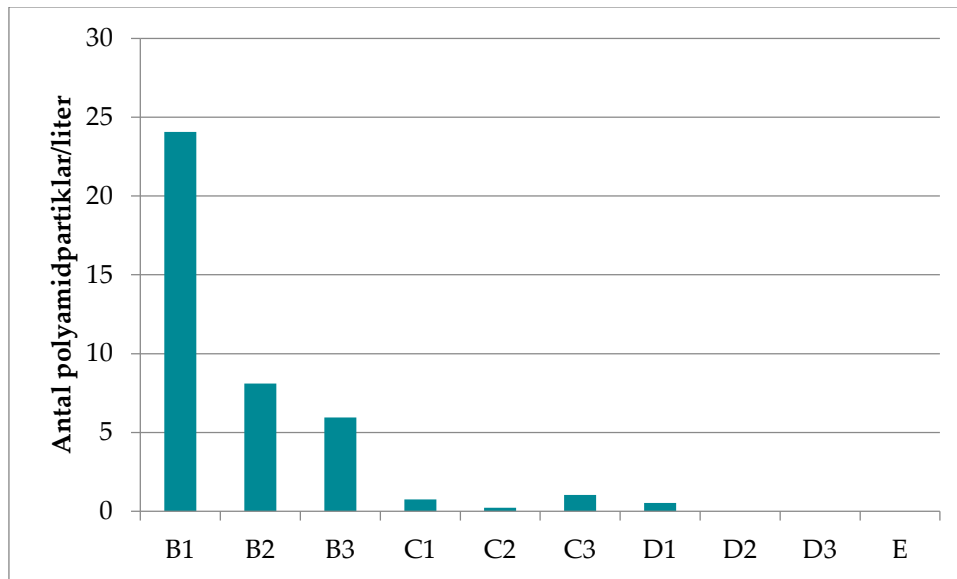
Prov	början tt:mm	slut tt:mm	tidslängd tt:mm	delprover antal	partikelkoncentration partiklar/liter
A	09:05	09:51	00:46	7	2 875
B1	09:30	10:17	00:47	4	24.1
B2	11:02	12:02	01:00	5	8.1
B3	12:45	14:48	02:03	9	6.0
C1	09:45	11:45	02:00	9	0.7
C2	12:30	14:15	01:45	8	0.2
C3	14:45	14:45	punktprov	1	1.0
D1	10:08	11:23	01:15	6	0.5
D2	12:08	13:53	01:45	8	0.0
D3	14:23	14:53	00:30	3	0.0
E	09:13	15:04	05:51	25	0.0

Det tål att påpekas att den uppmätta koncentrationen i A-provet (2875 partiklar/l) är snarlik till det beräknade värdet på 3088 partiklar per liter (Tabell 1). Detta trots den något osäkra omblandningen vid utsläppen och i hela A-delen, osäkerheter i beräkningen av hur många partiklar som fanns i de 2 g partikelmaterial som användes (inte alla partiklar är exakt 50 µm stora utan det finns en viss storleksfördelning och då påverkas antalet, partiklarna är inte perfekt sfäriska osv) och en rad andra osäkerheter som t.ex. hur väl de 7 tagna proverna på sammanlagt ca 2 l representerade den totalt 9 m³ vatten i A-delen.

Resultaten av partikelanalyserna illustreras i Figur 10, 11 och 12. Eftersom koncentrationen är avsevärt mycket högre för prov A jämfört med de andra, syns inte variationen i de andra proverna i Figur 10. Figur 11 visar därför enbart resultat för proverna B - E.



Figur 10. Antal polyamidpartiklar/liter för samtliga provplatser och tidpunkter.

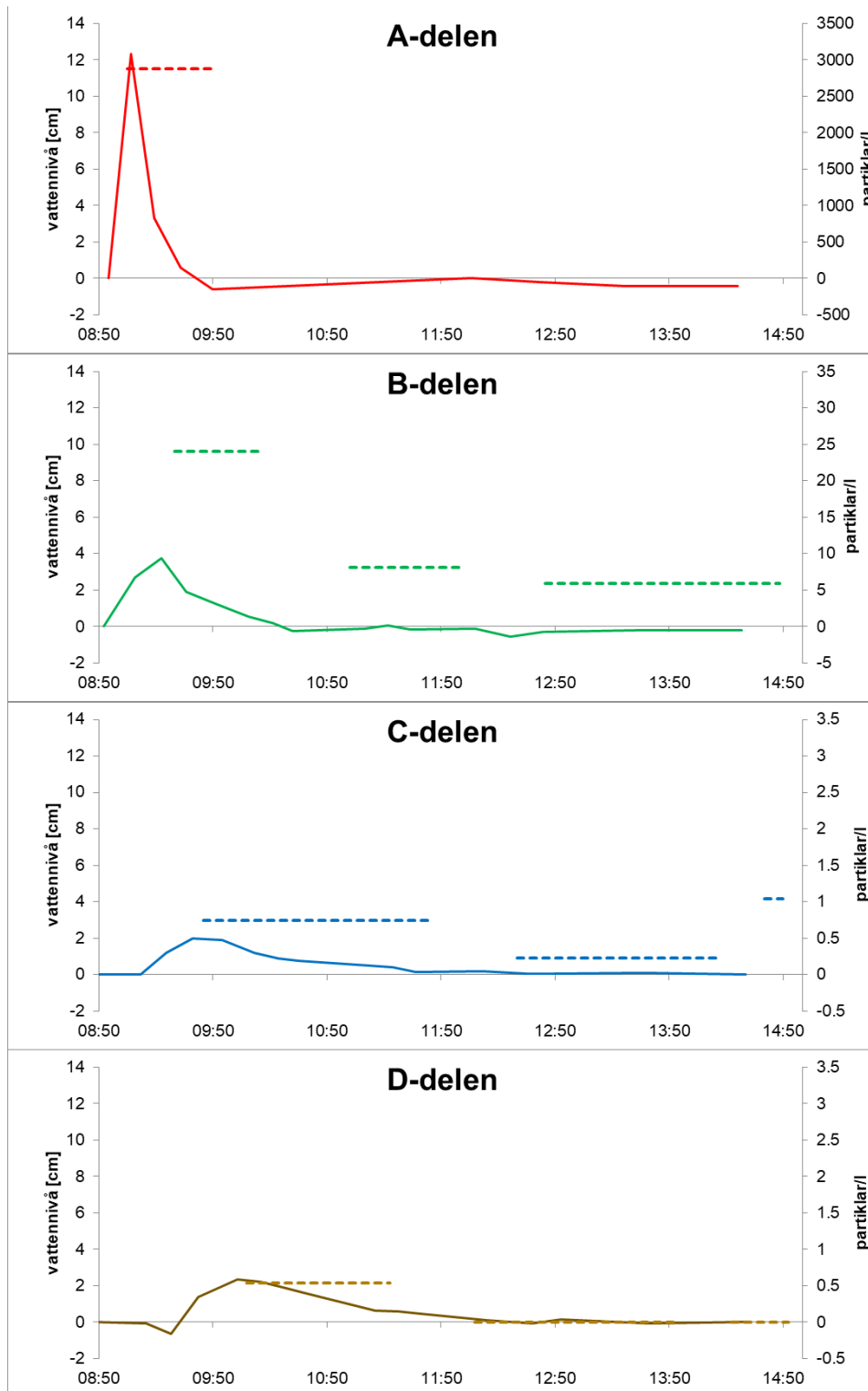


Figur 11. Antal polyamidpartiklar/liter för provplats B – E.

Slutsatser

Det finns ingen standardmetodik för att testa denna typ av anläggnings kapacitet att ta hand om punktutsläpp. Projektet genomfördes som pilotstudie inom en relativt snäv tids- och budgetram med en del osäkerheter såsom vilka tider och mängder av vatten och partiklar som borde användas, vilka provtagningspunkter som borde etableras, hur stora volymer och hur täta prover som borde tas och hur länge provtagningen borde pågå. Situationen var likadan när det gäller analysdelen där vi också fick prova oss fram, både före experimentet (analys av olika partiklar och av naturligt dagvatten) och under analyserna av de "skarpa" proverna enligt ovan. Men upplägget visade sig fungera bra och resultaten som presenteras här ger ett bra underlag för att besvara de två huvudfrågorna som handlar om hur vattnet och partiklarna har tagit sig igenom anläggningen. Båda delarna sammanfattas i Figur 12.

Anläggningens kapacitet att fördröja vattenflödet vid punktutsläpp visade sig tillräcklig för den aktuella magnituden av vattentillförseln (9 m³ på 15 minuter). Vattnet steg som mest endast 12 cm, vilket är ca en femtedel av det utrymme som finns i A-delen och vattennivån steg betydligt mindre i de övriga – mycket större – delarna, B, C och D. Efter drygt 5 timmar var vattnet tillbaka på den ursprungliga nivån i anläggningens alla delar. Hur stor den maximala kapaciteten att hantera punktutsläpp är går inte att avgöra utifrån de experimentella resultat som samlades in, men det är tämligen sannolikt att maxkapaciteten är flera gånger högre än 10 l/s under 15 minuter.



Figur 12. Medelvattennivå förändring (fasta linjer) och partikelhalter (streckade linjer) i de 4 anläggningsdelarna. Notera 100 ggr skillnad i partikelskalan mellan A och B, samt 10 ggr mellan B och C+D.

Under timmarna efter punktutsläppen filtrerade anläggningen bort nära 100 % av de tillsatta partiklarna. Majoriteten av de partiklar som tillsattes fastnade i A-delen och i den övre halvan av B-delen. Den första provtagningspunkten nedströms ligger i mitten av B-delen. De högsta

uppmätta partikelhalterna i B-delen var ungefär 100 gånger lägre än i A-delen. Koncentrationen har ytterligare avtagit i C och D delarna och inga partiklar hittades i anläggningens utlopp (E-punkten). För att mer exakt kunna beräkna hur många partiklar som har gått vidare till C-, D- och E-delarna skulle en volymviktad koncentration behöva beräknas och den möjligheten finns inte, eftersom vattenflödet inte ingick i mätprogrammet. Men även utan detta visar resultaten att mer än 90 % av de tillsatta partiklarna har fastnat antingen i A-delen eller i den övre halvan av B-delen och att resten fastnade i C- och D-delarna. Det är fullt möjligt att partiklarna kommer att transporteras vidare vid höga flöden vid senare tillfällen, eller att de sjunker i botten och aldrig lämnar anläggningen med vattnet (de kan då t.ex. grävas bort).

En annan möjlig anledning till att vi inte återfann några partiklar i E-punkten som dock bör beaktas är risken att det tillsatta vattnet inte har hunnit till E-punkten under försökstiden. Höjningen av vattennivån skulle då bero på att det tillsatta vattnet knuffade framför sig vattnet som redan fanns i diket, ett så kallat plugg-flöde, och att inget vatten innehållande partiklar nådde hela vägen fram. Vi tror dock inte detta är fallet då vi såg ett tydligt flöde mellan A och B-delen och att det redan i dessa prover var en markant reduktion av partikelhalterna. Vi såg också en reduktion av halterna mellan B-, C- och D-delen. För att avgöra detta finns möjligheten att analysera de prover som togs i E-delen under de efterföljande dagarna vilket dock ligger utanför detta projekts ramar, men som skulle vara utförbart i ett eventuellt uppföljningsprojekt.

Tackord

Författarna vill framföra ett varmt tack till flera personer som har bidragit till detta projekt. Vi tackar uppdragsgivaren Kungälvs kommun för projektet och Maria Hübinette och Linda Andersson för gott samarbete. Vi tackar Ann Johansen (Stenungsund Vatten) för hjälpen i fält, Kent-Arne från Kristoffer Johansson Åkeri & Transport för att vara en klippa, och till Mikael Olshammar (IVL) för att han initierade projektet och granskade rapporten.

