

Seminarium - Avskiljning av lösta och partikelbundna föroreningar i dagvattendammar och spridning av dagvattenföroreningar i recipient



Program

09:00-09:10 Introduktion – *Jonas Andersson och Zahrah Lifvendal*

09:10-09:20 Resultat från tidigare studie: Dagvattnets påverkan på ekologisk och kemisk status i rinnande vatten (DRIVA) – pilotstudie Fyrisån – *Jenny Näslund*

09:20-09:45 Förekomst och koncentrationer av dagvattenföroreningar i Fyrisån: metaller, organiska ämnen och mikroplast – *Godecke Blecken*

09:45-10:00 Pilotstudien avskiljning föroreningar i dagvattendammar.
Syfte & metod – *Jenny Näslund*

10:00-10:05 Paus

10:05-10:30 Pilotstudien – fortsättning. Resultat & slutsatser – *Jonas Andersson*

10:30-11:00 Avslutande diskussion och reflektion – *Jens Fölster och Godecke Blecken*

Fyrisåns vattenförbund



Bakgrund

- År 2020-2021 genomfördes studien:
Dagvattnets påverkan på ekologisk och kemisk status i rinnande vatten (DRIVA) – pilotstudie Fyrisån
- Bakgrunden till studien var att problem uppmärksammats i bland annat arbetet med lokala åtgärdsprogram
 - Det fanns stora skillnader mellan beräknad föroreningsbelastning från urbant dagvatten och beräknad transport i vattendrag utifrån uppmätta halter och uppmätt eller beräknat flöde
 - Belastningsberäkningar för dagvatten visade på överskridande av gränsvärden i specifika vattendrag, samtidigt som provtagningen i vattendraget visar på underskridande av MKN



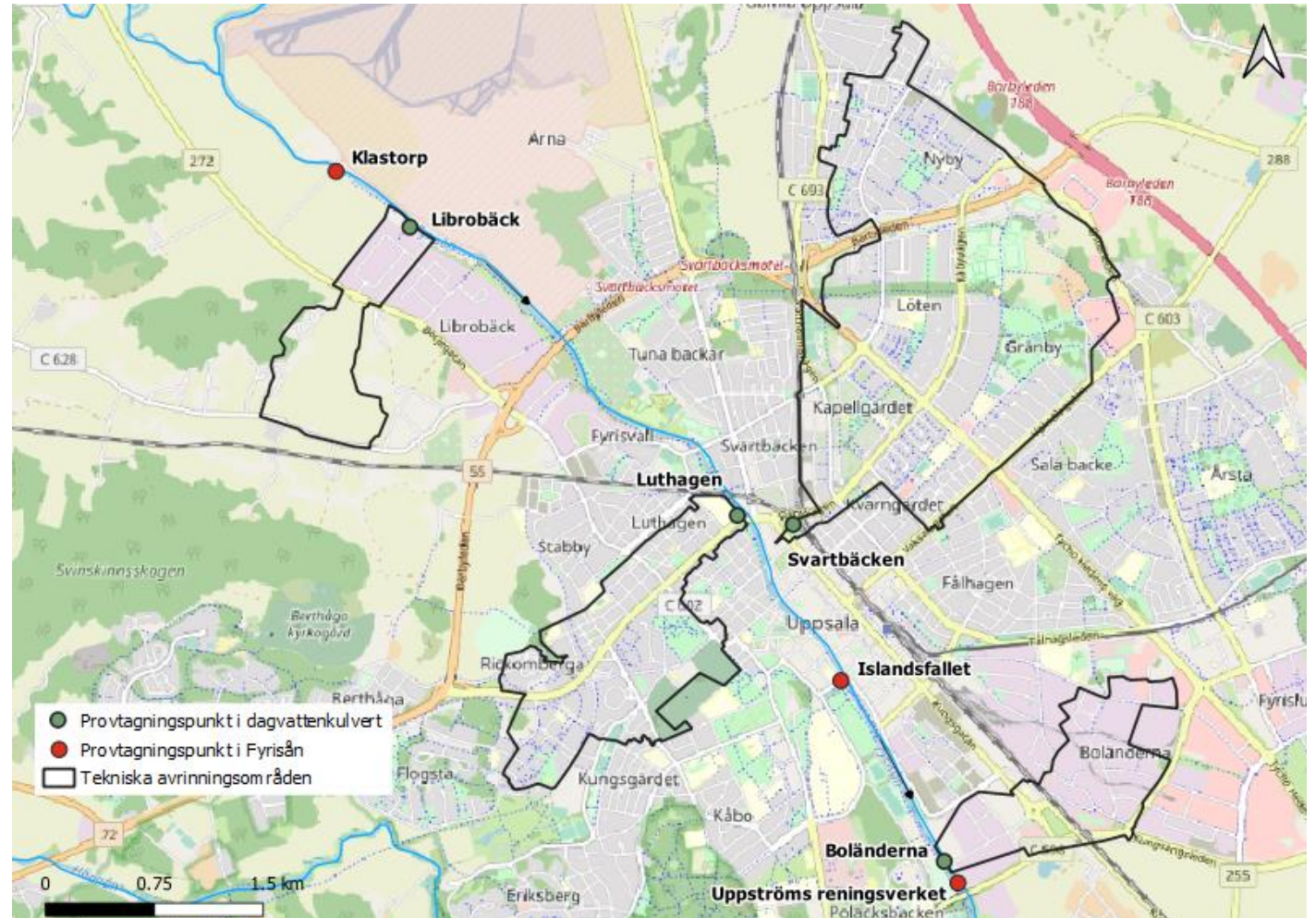
Bakgrund



- På grund av detta är det svårt att fastställa åtgärdsbehovet i lokala åtgärdsprogram
- Viktig kunskap saknades alltså för att kunna bedriva en saklig vattenförvaltning
- **DRIVA-studien fokuserade på att undersöka:**
 - I vilken mån dagvatten från centrala Uppsala påverkar vattenkvalitén i Fyrisån vid regn?
 - I vilken mån påverkar föroreningar i dagvattnet sedimentstatus i ån?
- Följande undersöktes också:
 - Förhållandet mellan partikelbundna och lösta föroreningar i dagvattnet
 - Relationen mellan turbiditet (grumlighet), halter av suspenderat material och föroreningar

DRIVA-studien

- November 2020 till maj 2021
- Manuell stickprovtagning vid 15 regntillfällen
 - 3 platser i Fyrisån
 - 4 dagvattenmynningar
- Turbiditetsgivare i dagvattenledningar
- Sedimentprovtagning
 - Upp- och nedströms dagvattenmynningar



Statusbedömning

- Uppmätt medelhalt i **Fyrisån vid regn** jämförs med gränsvärde
- Osannolikt att högre medelhalt uppmäts i ordinarie miljöövervakning
- Påverkan på fosfor från dagvatten
- Metaller i vatten inget problem (MKN), däremot koppar i sediment
- PAH:er - påverkan både på vatten och sediment (MKN)

Ekologisk status	Kemisk status
Hög	God
God	Uppnår ej god
Måttlig	
Otillfredsällande	
Dålig	

	Ämne	Inlandsytvatten		Sediment	Uppmätta halter i studien		
		Årsmedelvärde**	MAC***		Medelvärde vatten	Maxvärde vatten	Sediment *****
Ekologisk status - näringsämne och SFA	Tot-P	20,8 referensvärde	-	-	43,3 ¹		
	Cu	0,5*	-	36 000****	0,050		78 000
	Zn	5,5*	-	-	0,86		
	Cr	3,4	-	-	0,31		
	As	0,50	7,9	-	0,49	0,55	
Kemisk status - prioriterade ämnen	Cd	0,25	1,5	2300	0,011	0,023	1920
	Pb	1,2*	14	130 000	0,0022	0,11	68 700
	Ni	4*	34	-	0,25	2,3	
	Hg	-	0,07	-		under detektionsgräns	
	Antracen	0,1	0,1	24	under detektionsgräns	under detektionsgräns	455
	Benso(a)pyren	0,00017	0,27	-	för hög detektionsgräns	0,012	
	Fluroranten	0,0063	0,12	2000	för hög detektionsgräns	0,016	2055
	Benso(b)fluoranten	-	0,017	-		0,022	
	Benso(k)fluoranten	-	0,017	-		0,005	
	Benso(g,h,i)perylen	-	0,0082	-		0,017	
	Naftalen	2	130	-	under detektionsgräns	under detektionsgräns	
	TBT	0,0002	0,0015	1,6	ej provtaget	ej provtaget	56

¹ Ekologisk kvot =0,48

*¹ biotillgänglig halt

**¹ värdet uttryckt som ett medelvärde på årsnivå

***¹ värdet uttryckt som maximal tillåten koncentration (MAC), uppmätt vid ett enskilt mätillfälle

****¹ hänsyn ska tas till naturlig bakgrundskoncentration

*****¹ avser maxuppmätt halt i sediment

Andra slutsatser från DRIVA-studien

- Vid regn tillkommer främst partikelbundna föroreningar, dock variation för olika ämnen.
- Stor andel av partikelbundna föroreningar sedimenterar relativt nära utsläppspunkterna.
- God korrelation mellan turbiditet och sups, även mellan turbiditet och vissa ämnen. Dock olika bra korrelation för olika avrinningsområden.



Läs mer om studien och examensarbeten

<https://wrs.se/projekt/driva-pilotstudie-fyrisan/>

- DRIVA- Dagvattnets påverkan på ekologisk och kemisk status i rinnande vatten – pilotstudie Fyrisån (WRS, 2021)
- Undersökning av turbiditet och föroreningars sammansättning i urbana dagvatten (exjobb – Ahlström, M., 2021)
- Modellerings av risken att regntillfällena leder till tillfälliga föroreningskoncentrationer som överskrider maximala tillåtna koncentrationer (exjobb – Gannholm Johansson, T., 2021)

LTU projekt – Förekomst och koncentrationer av dagvattenföroreningar i Fyrisån: metaller, organiska ämnen och mikroplast



Pilotstudie - Avskiljning av lösta och partikelbundna föroreningar i dagvattendammar



Kungsängsdammen



Gottsunda dagvattenpark

Projektgrupp och finansiering

- WRS, projektansvariga (*Jonas Andersson, Jenny Näslund, Jonathan Arnlund, Victoria Eriksson Russo, Tove Gannholm och Lukas Rehn*)
- Zahrah Lifvendal, vattensamordnare på Uppsala kommun och vd för Fyrisåns vattenförbund
- Jens Fölster, Forskningsledare Institutionen för vatten och miljö, SLU
- Stöd från Uppsala Vatten och Avfall AB med utrustning
- Projektet har möjliggjorts genom stöd från Naturvårdsverket genom utlysningen *Bidrag till dagvattenutredningar*

Bakgrund

- Resultaten från DRIVA-studien pekar på att det finns behov av att rena dagvatten så att en stor del av partiklar och partikelbundna föroreningar avskiljs, för att det inte ska byggas upp förorenade sediment i recipienterna.
- Det finns också behov av att rena dagvattnet för att minimera spridning av föroreningar, inte minst PAH:er till recipienternas vattenfas.

Bakgrund

- Dammar, den dominerande reningstekniken för dagvatten, har enligt forskningen god förmåga att avskilja suspenderat material, fosfor som tungmetaller.
- Flertalet undersökningar av dammar har dock fokuserat på avskiljningen av totalhalter av föroreningar och det finns fortfarande begränsad kunskap om hur avskiljningen av lösta- respektive partikelbundna ämnen ser ut.
- Statusklassning av recipienter (sjöar och vattendrag) avser för flera metaller löst eller biotillgänglig andel. Därför är det viktigt att få kunskap inte bara om avskiljningen av totalhalter, utan även om hur lösta- respektive partikelbundna föroreningar avskiljs i dammar.

Syfte

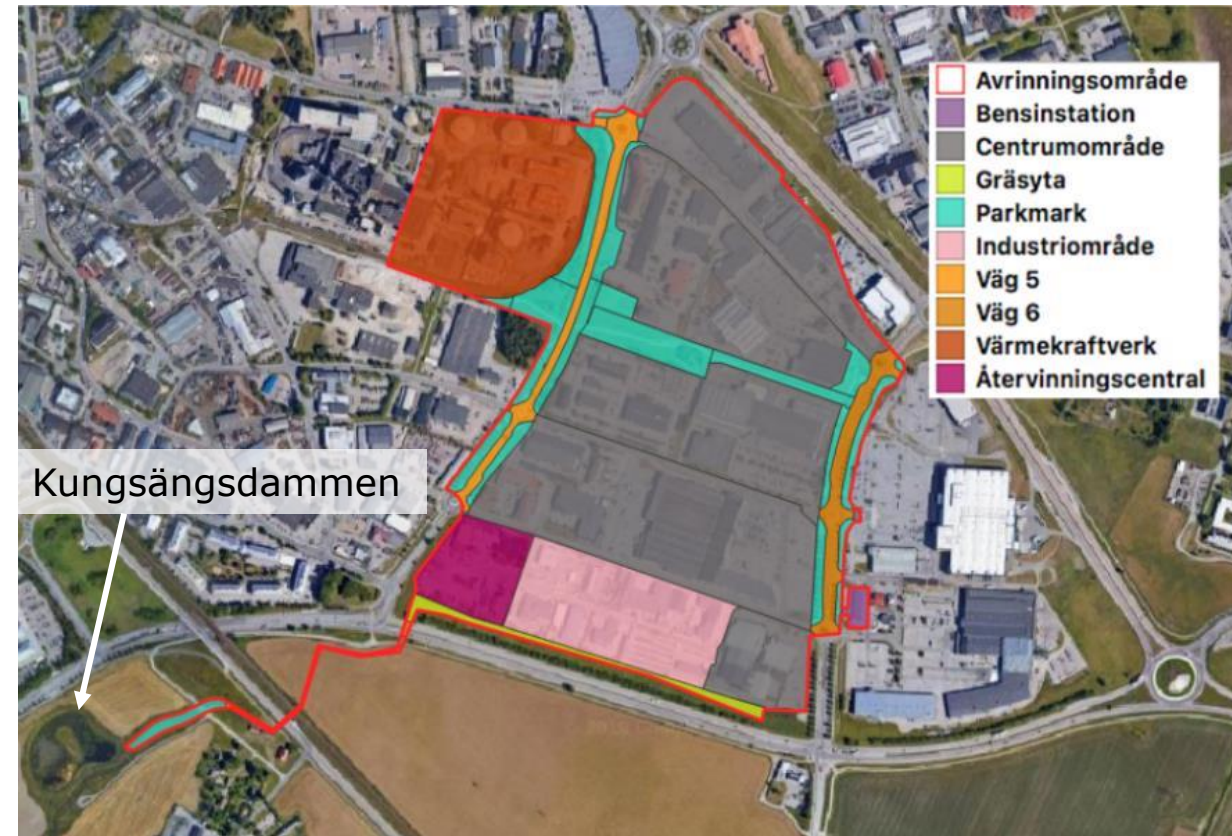
- Få bättre kunskap om dagvattendammars förmåga att avskilja lösta- respektive partikelbundna föroreningar (fosfor, metaller och PAH:er)
 - för att bedöma om dagvattendammar är en tillräckligt bra reningsåtgärd för att nå god status i vattenförekomsterna.
- Bidra med mer kunskap kring sambandet mellan turbiditet och föroreningar i dagvatten
 - förhoppningen är att uppföljning av dagvattenkvalitet och reningseffekter framöver kan göras till en betydligt lägre kostnad än idag.

Frågeställningar

1. Hur är fördelningen mellan partikelbundna och lösta halter av dagvattenföroreningar
 - a. i inkommande vatten för Kungsängsdammen samt Gottsunda dagvattenpark?
 - b. i utgående vatten från Kungsängsdammen?
2. Vilken reningspotential, uttryckt som haltreduktion, har Kungsängsdammen av partikelbundna respektive lösta föroreningar?
3. Vilket samband finns mellan turbiditet och föroreningar i dagvatten från urbana avrinningsområden i Uppsala, i denna studie samt i den tidigare utförda pilotstudien?
4. Baserat på studiens resultat – kan dagvattendammar fungera som en fullgod teknik för att rena dagvatten med hänsyn till recipientstatus?

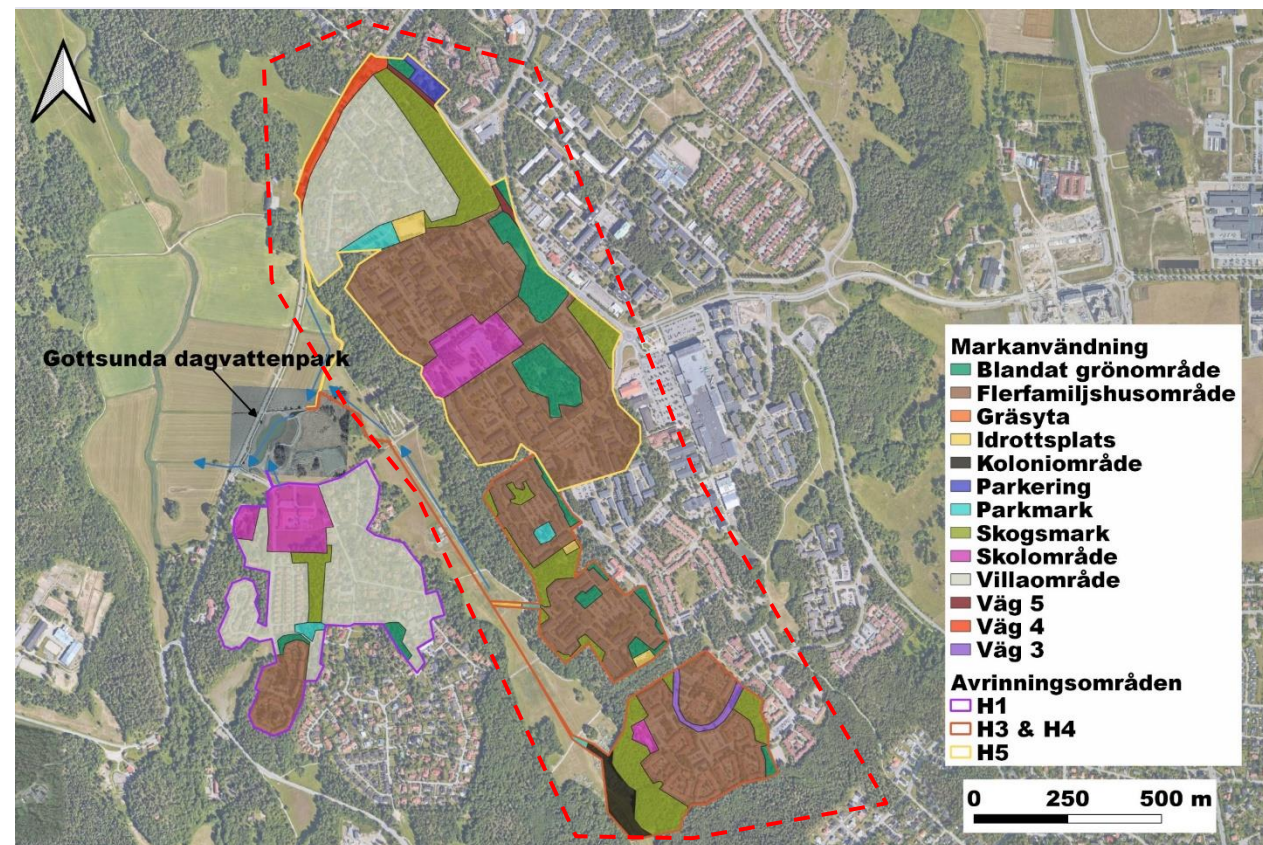
Kungsängsdammen

- Anlades 2010
- Försedimenteringsdike, huvuddamm, brädddike och utloppsdike
- Dimensionerad för 10 200 m³ varav reglervolymen ca 3 060 m³
- Tillrinningsområde 66 ha (reducerad area 37 ha)
- Dagvatten från handels- och industriområden i Boländerna
- Kondensat- och processvatten



Gottsunda dagvattenpark

- Togs i drift 2021
- Dimensionerad för 7 400 m³ varav reglervolymen ca 1 800 m³
- Tre tillrinningsområde 104 ha (reducerad area 33 ha)
- Dagvatten från villa- och flerfamiljshusområde i Gottsunda
- 3 st försedimenteringsdammar, en översilningsyta, en huvuddamm, bräddpunkter och ett utlopp
- Studien undersökte inkommande vatten, H3-H5



Metod

- Kontinuerlig turbiditetsmätning (mätning av vattnets grumlighet)
- Flödesmätning
- Manuell stickprovtagning



Metod –turbiditetsmätning

- Syfte att undersöka var i turbiditetskurvan som stickprov togs
- Självrengörande nivå- och turbiditetsgivare (SLU) vid inloppet i Gottsunda dagvattenpark
- Givare i inloppet och utloppet Kungsängsdammen, stort rengörings- och underhållsbehov



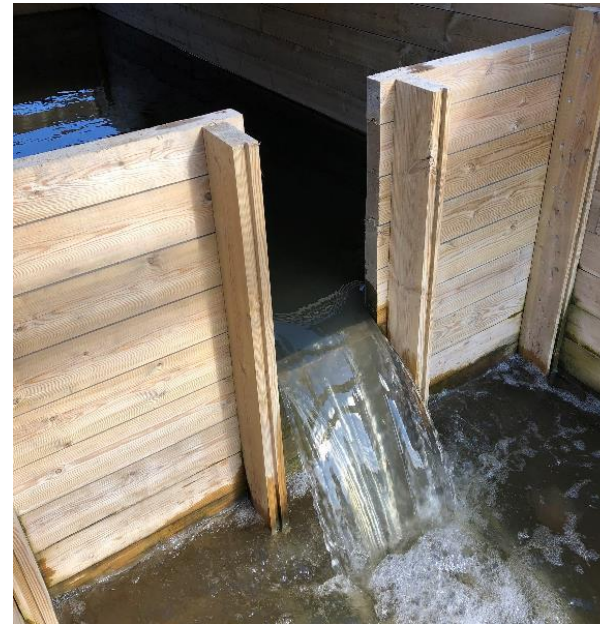
Självrengörande sensor
Gottsunda



Sensor Kungsängsdammen

Metod – flödesmätning

- Kungsängsdammen
 - Beräkna uppehållstid och relation flöde-turbiditet
 - Inlopp, utlopp (feb-maj)
 - Area-hastighetsgivare
 - Gottsunda dagvattenpark
 - Relation flöde-turbiditet
 - Nivågivare i inloppsbrunn
- beräkning flöde mätöverfall



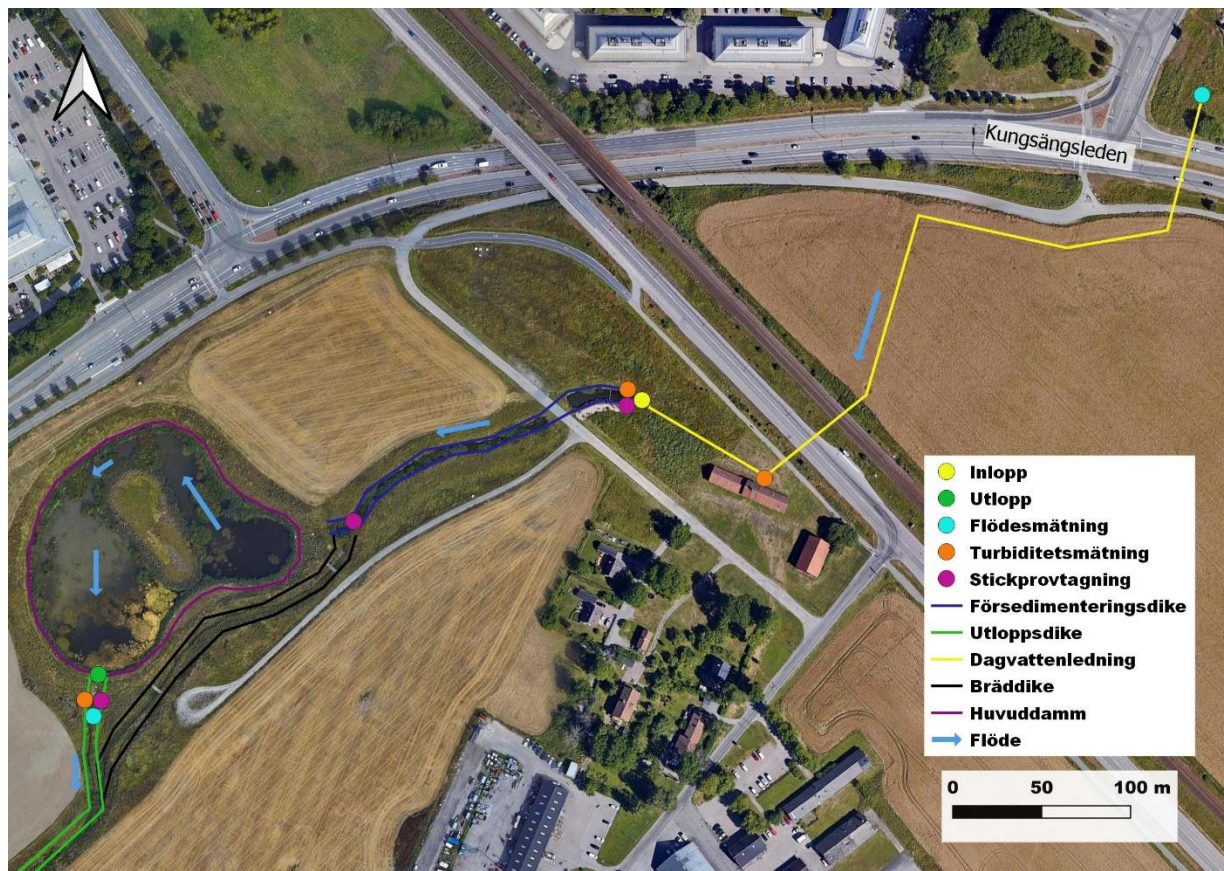
Metod – manuell stickprovtagning

- Provtagning vid nederbörd (dagvatten) och basflöde (utan nederbörd)
 - Syfte att ta prover tidigt i förloppet samt undersöka basflödeshalter
- Analyserade parametrar – totalhalt och löst (0,45 µm filter)*
 - Fosfor, metaller, turbiditet, susp, PAH:er, TOC, DOC
 - Ammoniumkväve, klorid, konduktivitet

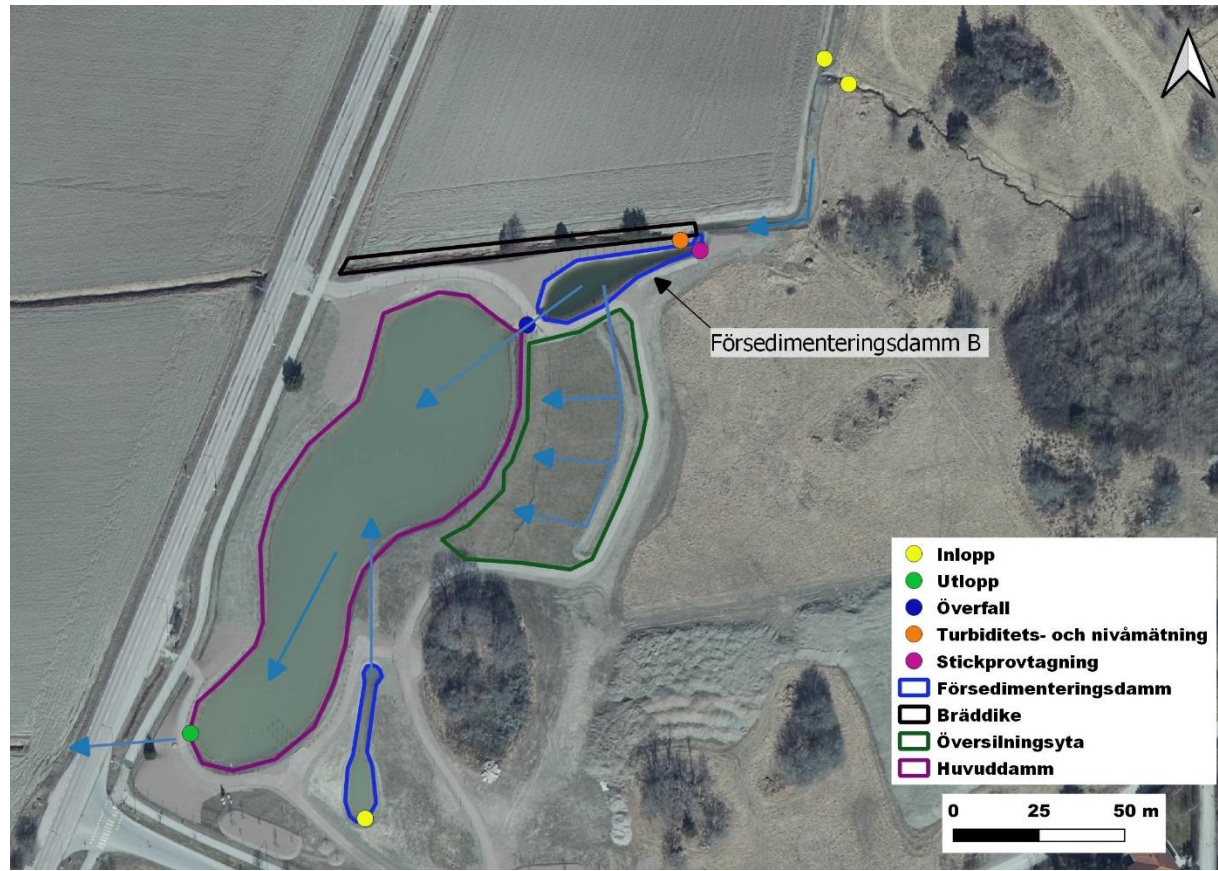


*dekantering för löst PAH halt

Provtagningsplatser Kungsängsdammen



Provtagningsplats Gottsunda dagvattenpark



Paus



Resultat från pilotstudien



Genomförd provtagning och mätning

- Provtagning vid regn och basflöde:
 - Maj till november 2022
 - Kungsängsdammen: 5 regntillfällen + 1 basflöde (totalt: 21 st prov in- och utlopp samt brädd)
 - Gottsunda dagvattenpark: 7 regntillfällen + 1 basflöde (8 st prov inlopp)
- Olika typer av regn undersöktes (olika intensitet och varaktighet)



Flödesmätning och uppehållstid

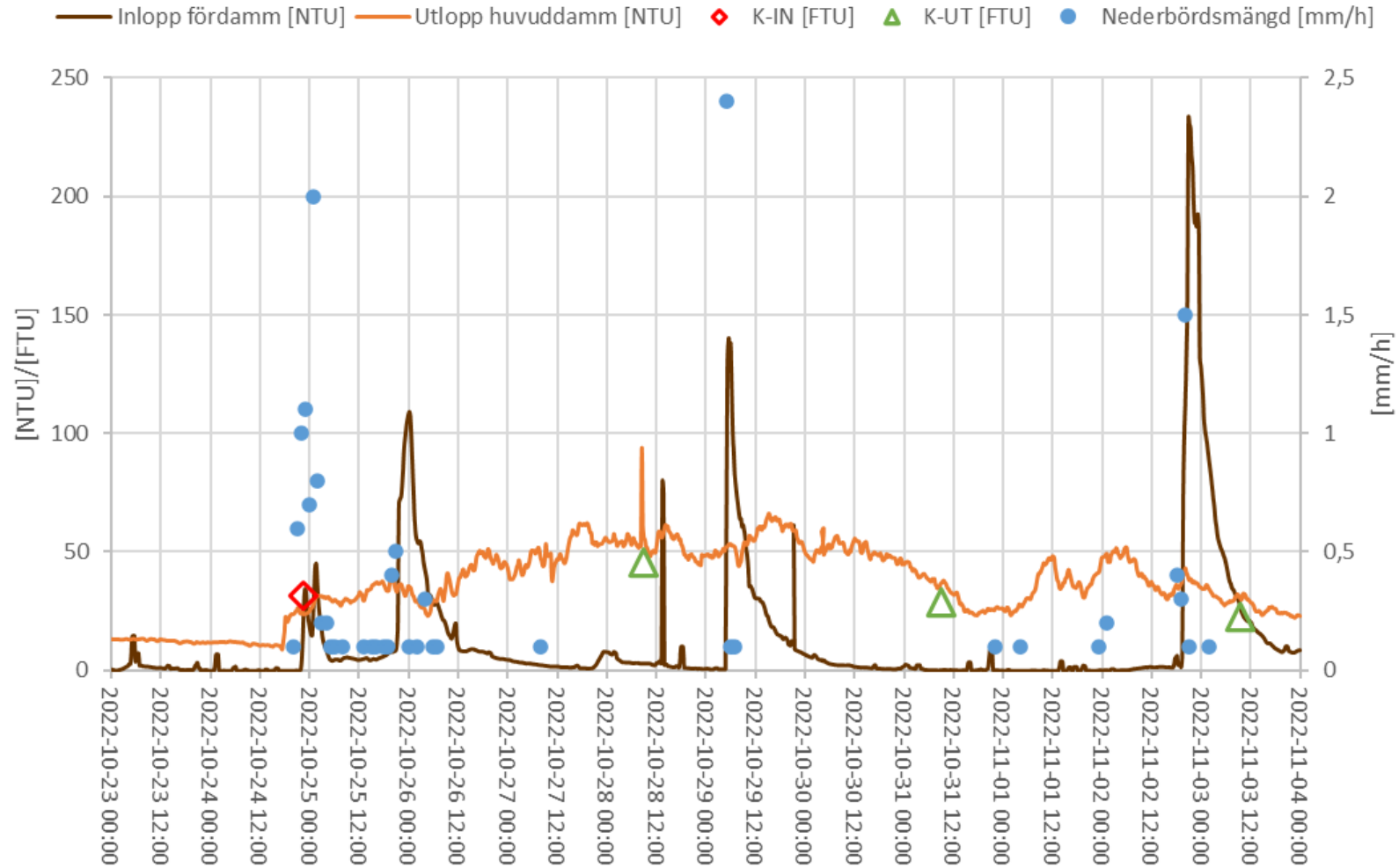
- Flödesmätningen vid Kungsängsdammen visade att uppehållstiden var 4 dygn vid maxflöde och 11 dygn vid medelflöde (jämfört med 1 dygn vid maxflöde enligt tidigare uppskattning)
- Detta på grund av att max-flödet genom dammen var ca 30 l/s (begränsades av rördimensionen)
- Därför togs utloppsproverna vid de två sista provtagningarna med längre tidfördröjning – och tre prover utspridda över 6 dagar för att fånga in ”uppehållstidsspannet”

Undersökta provtagningstillfällen

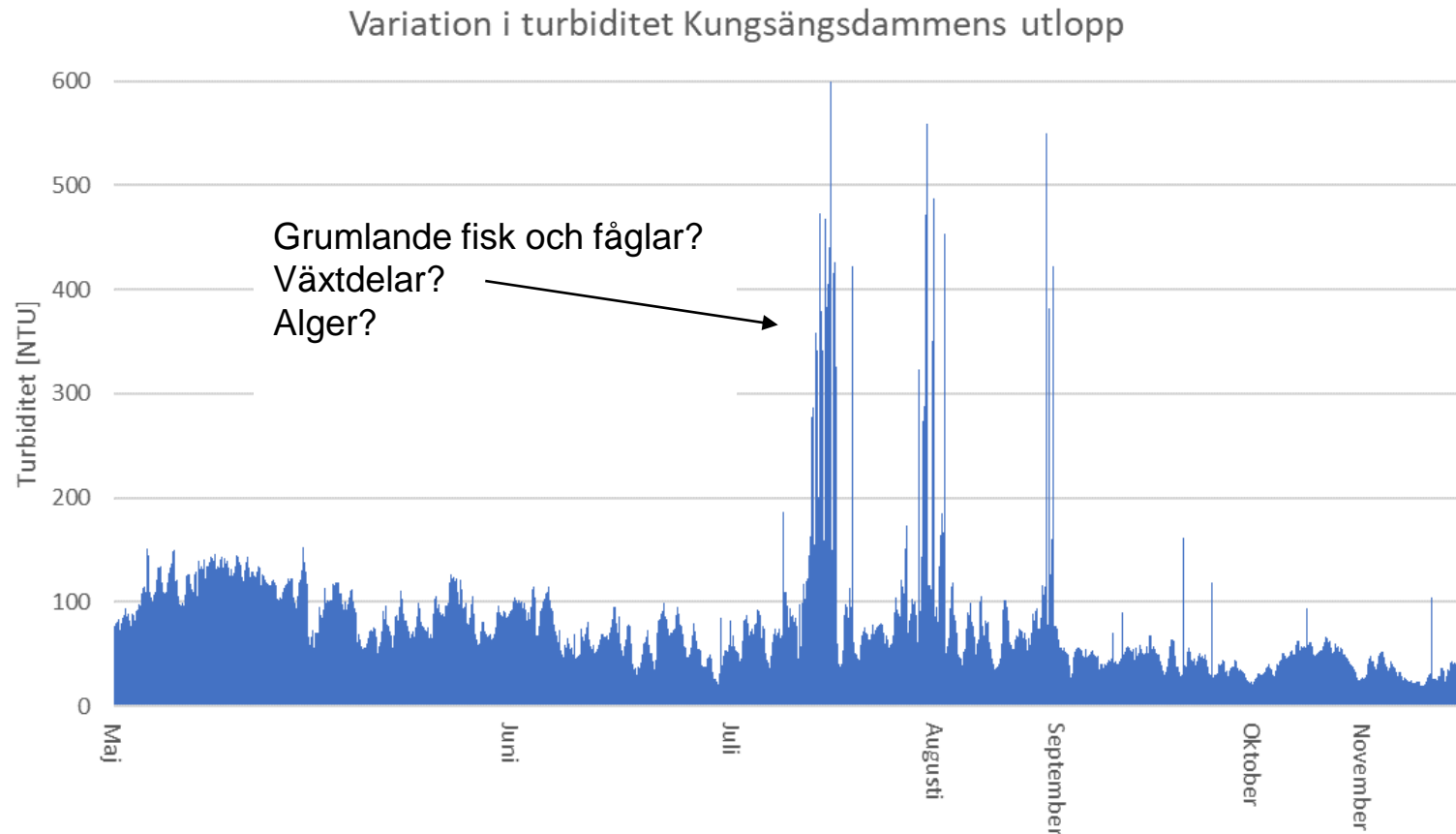
- Mycket snabbt avrinningsförlopp vid regn med tydlig flödestopp och ”firsh-flush” (smutspuls) tidigt i avrinningen
- Kungsängsdammens turbiditet i utloppet låg på en jämn och stabil nivå
- Stickprovtagning kräver ständig bevakning av väderprognos och att provtagningspersonal är ”stand-by” för att fånga dagvattnets smutspuls
- Ej självrengörande turbiditetsgivare kräver frekvent rengöring och underhåll (inför varje förväntat regn)

Kungsängsdammen - in och utlopp

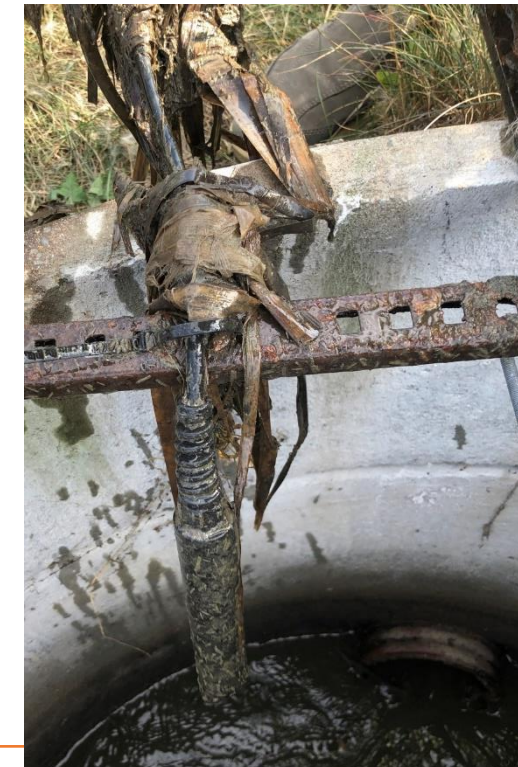
Provtagning 6, 2022-10-24/11-03



Kungsängsdammen – turbiditet utlopp

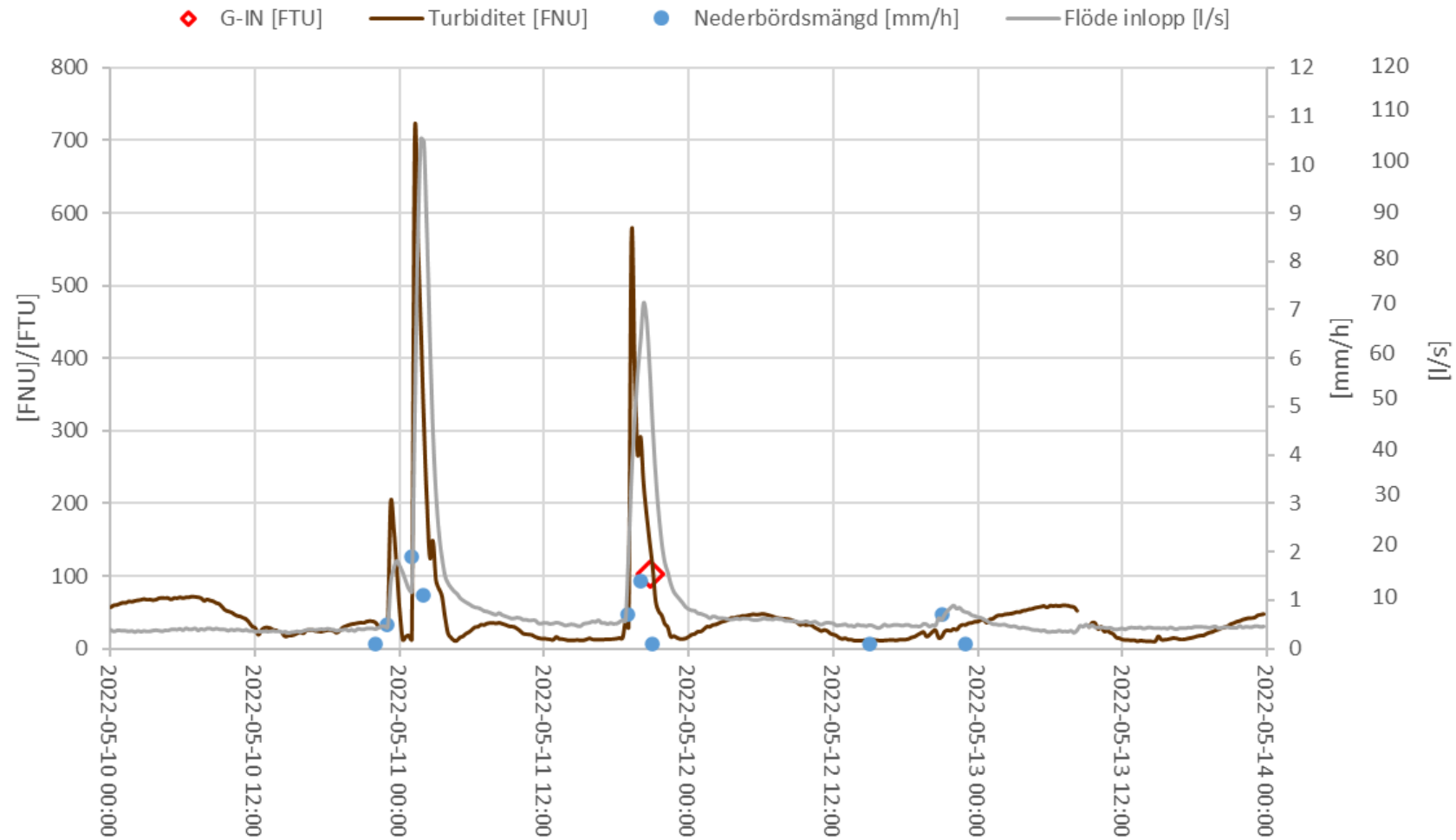


- Utgående turbiditetsvärden (7800 st) vid rengjord sensor



Gottsunda dagvattenpark - inlopp

Provtagning 1, 2022-05-12



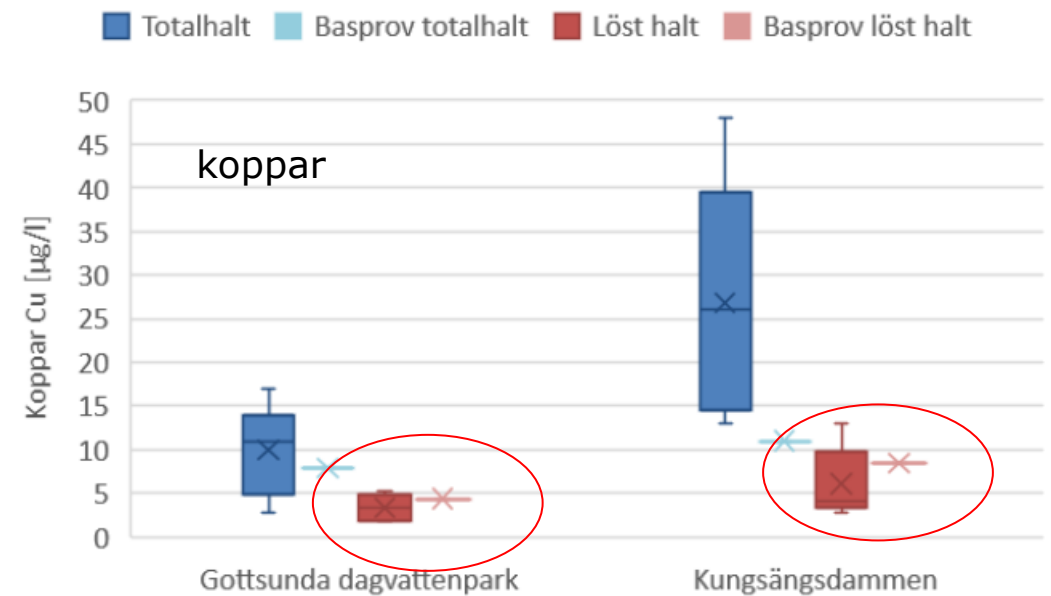
Dagvattnets sammansättning

- Medelhalterna (in) för flera ämnen jämförbara mellan anläggningarna
- Betydligt högre medelhalt i Kungsängsdammen av: konduktivitet, klorid, TOC, DOC och ammoniumkväve (blandning av dag-, process- och kondensatsvatten)
- Andelen löst halt av totalhalt:

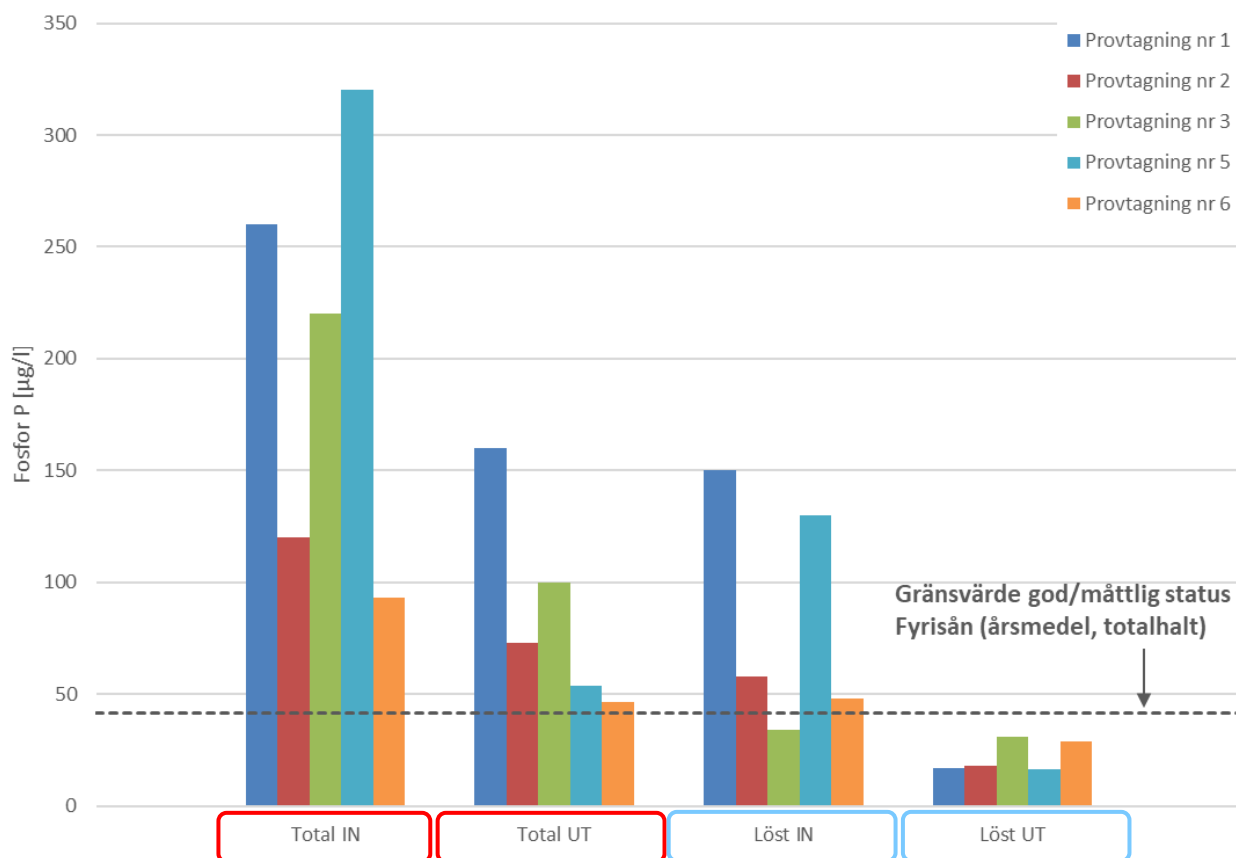
	Kungsängsdammen		Gottsunda dagvattenpark	Jämförande dagvattenstudier
	In andel löst (%)	Ut andel löst (%)	In andel löst (%)	andel löst (%)
Fosfor	43	32	33	20–50
Bly	2	4	2	0–15
Koppar	27	46	39	0–50
Nickel	41	49	20	värde saknas
Zink	32	31	25	10–45

Provtagning mellan regn (basprovtagning)

- Totalhalterna av suspenderat material, fosfor, bly, koppar, nickel och zink var generellt lägre vid basprovtagningen jämfört med vid regn (som förväntat)
- För fosfor öka både den partikelbundna och lösta halten vid regn, även om den partikelbundna dominerade.
- För löst koppar, nickel och zink var halten vid basprovtagningen lika hög eller högre än vid regnprovtagningen.

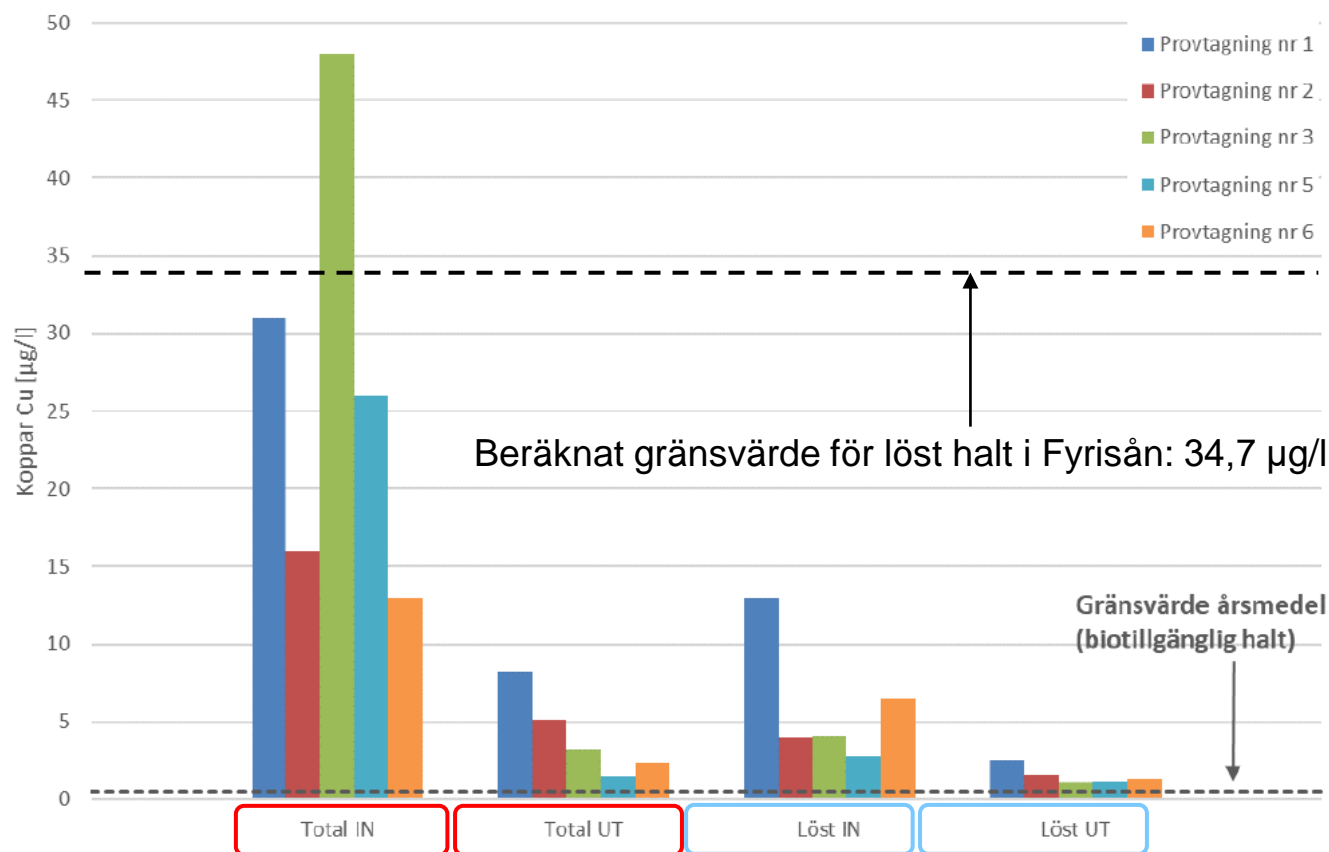


Avskiljning av föroeningar i Kungsängsdammen



- God avskiljning av fosfor
 - Totalfosfor: 57-60 % haltreduktion
 - Löst fosfor: 64-73 % haltreduktion
 - Anläggningen minskar fosforbelastningen på recipienten
 - Utgående medelhalt (totalfosfor) ca två gånger högre än recipientens gränsvärde god/måttlig status
- Dagvattnet bidrar till övergödning

Avskiljning av föroeningar i Kungsängsdammen



- Även god avskiljning av koppar
 - Total-koppar: 85 % haltreduktion
 - Löst koppar: 75-90 % haltreduktion
- Utgående medelhalt (löst koppar) långt under gränsvärde god/måttlig status

Avskiljning av föroreningar i Kungsängsdammen

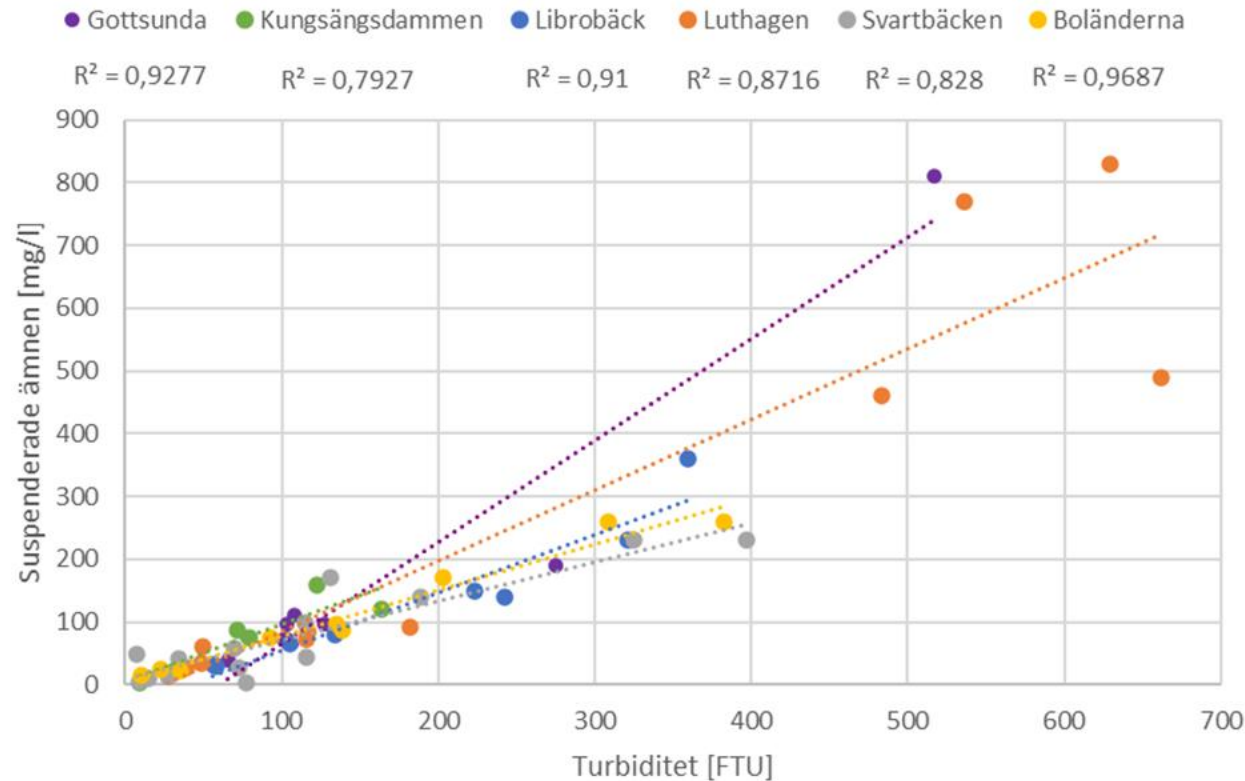
- God reningseffekt av inkommande totalhalter och löst halt för fosfor och fyra redovisade metaller (nedan)
- Avskiljningen jämförbar med tidigare studie av mängdreduktion (Arnlund, 2015)
- Partikelbunden halt minskade med i genomsnitt 60-71 % för fosfor och ca 90 % för koppar och zink

	Totalhalt				Löst halt		
	In (µg/l)	Ut (µg/l)	Haltreduktion (%)	Tidigare studie, relativ avskiljning (%)	In (µg/l)	Ut (µg/l)	Haltreduktion (%)
Fosfor	203	87	57	56	84	22	73
Bly	5,9	1,6	73	87	0,065	0,056	15
Koppar	27	4,1	85	78	6,1	1,5	75
Nickel	3,4	2,3	33	65	1,3	1,0	27
Zink	182	23	87	84	50	6,1	88

Avskiljning av föroreningar i Kungsängsdammen

- Reduktionen av lösta halter var högre än förväntat
- Halterna av metaller ut från Kungsängsdammen avsevärt lägre än faktiska eller beräknade gränsvärden för Fyrisån
- God reduktion av partikelbunden halt av bl.a. koppar minskar risken för förorening av åns sediment
- Sediment ansamlas i dammen och försedimentationsdiket (istället för i ån), där det lättare kan avlägsnas och omhändertas på ett säkert sätt
- *Hög reduktion av lösta halter (och totalhalter) kan bero på den långa uppehållstiden på grund av begränsad inflödeskapacitet. Kan man förvänta lägre reduktion av lösta halter i en "normalbelastad" damm?*

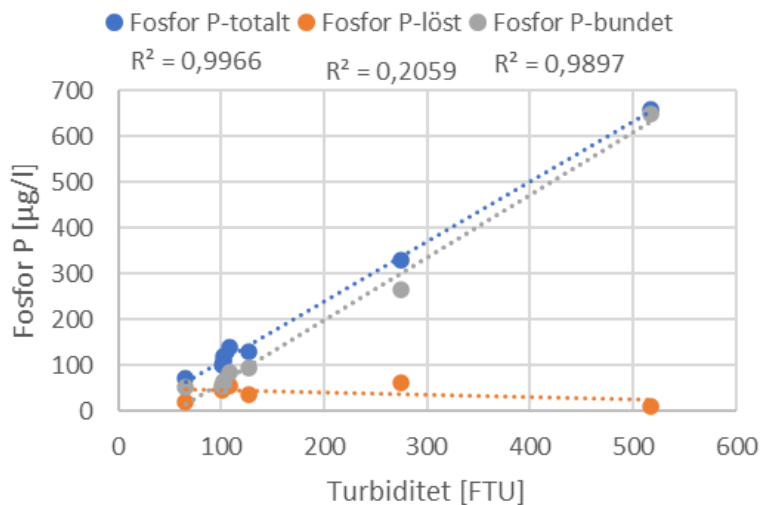
Samband mellan turbiditet och halt av suspenderat material



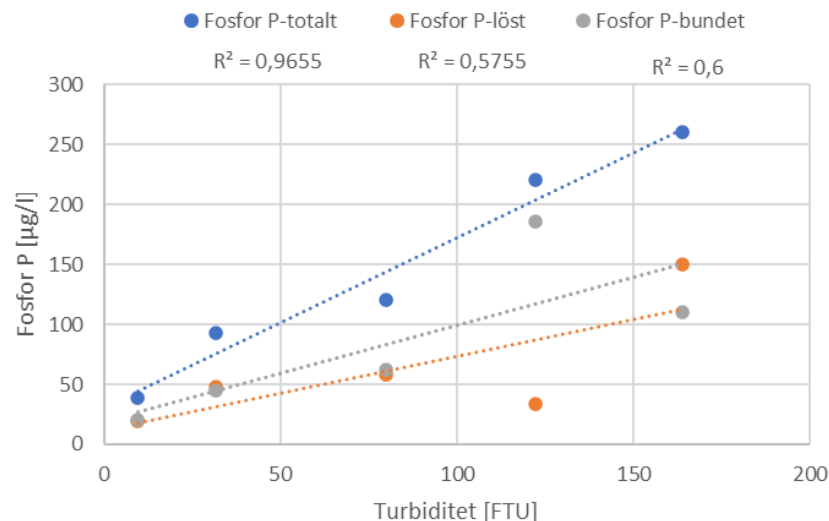
- Samtliga dagvattenprov (56 st prov) i denna och tidigare studie:
 $R^2 = 0,84$ ($R^2 \log = 0,79$)
- Samband variera beroende på avrinningsområde
 $R^2 = 0,79 - 0,97$

Samband mellan turbiditet och fosfor

Gottsunda dagvattenpark

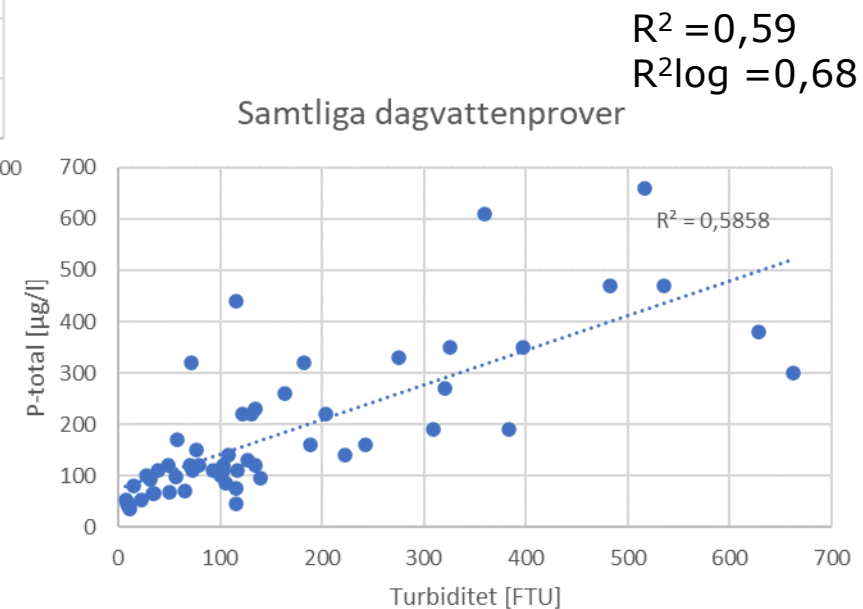


Kungsängsdammen

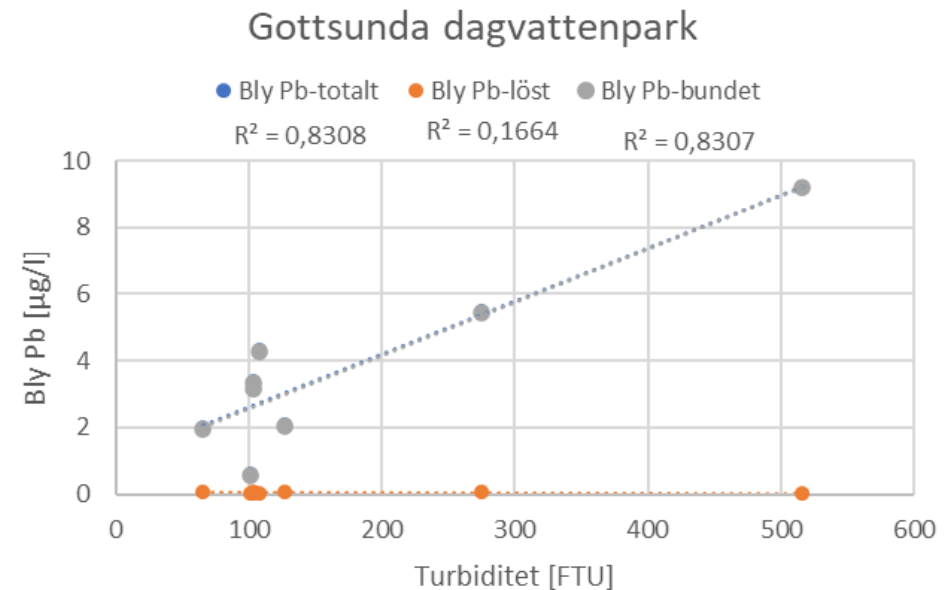
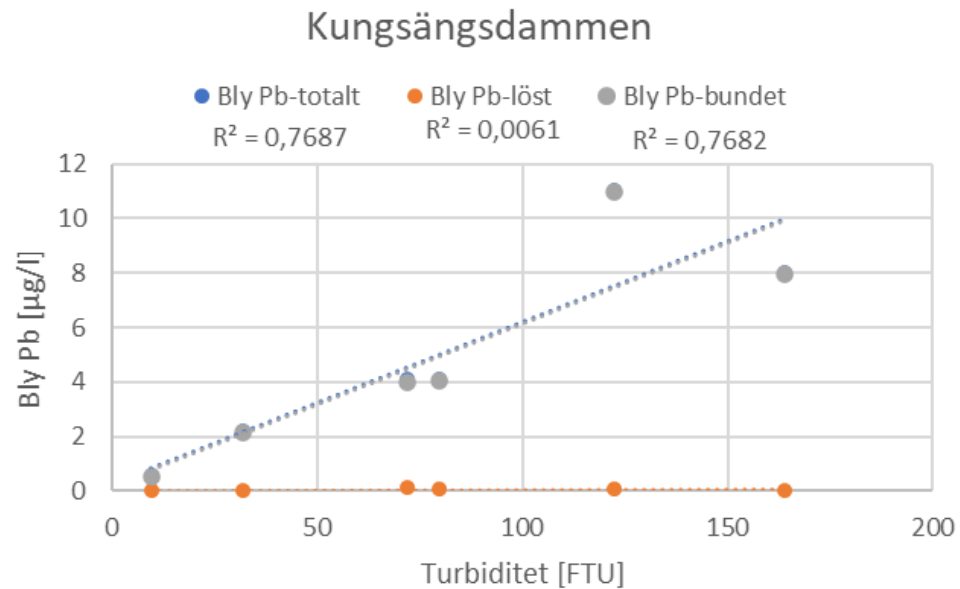


- Starkt samband för turbiditet och fosfor i båda anläggningarna
- Områdesspecifikt samband

Samtliga dagvattenprover



Samband mellan turbiditet och bly



Sambanden mellan turbiditet och koppar, nickel och zink är generellt svagare och mer varierande.

Hur kan dessa samband användas?

- Det starka sambandet mellan turbiditet och halten suspenderat material gör att turbiditetsmätning kombinerat med flödesmätning bör vara ett kostnadseffektivt sätt att mäta transport och avskiljning av suspenderat material i dagvatten och dagvattendammar.
- För specifika avrinningsområden och dammar så bör det var möjligt att beräkna avskiljningen av fosfor och bly utifrån turbiditets- och flödesmätning, men det är viktigt att beakta den osäkerhet som finns.



Polyaromatiska kolväten (PAH)

- 10 st PAH:er över detektionsgräns i analyserade prover
- PAH:erna främst partikelbundna och förekomst påverkades av nederbördstillfälle
- Avskiljning i Kungsängsdammen – färre antal prov med PAH:er över detektionsgränsen i utgående vatten (indikerar avskiljning, men för litet dataunderlag)
- 3 st PAH:er över gränsvärdet för prioriterade ämnen (markerade i fetstil till höger)

Detekterade PAH:er

Pyren

Flouranten

Summa PAH med medelhög molekylvikt

Fenantren

Benso(g,h,i)perylen

Benso(b,k)fluoranten*

Summa PAH med hög molekylvikt

Fluoren

Naftalen

Summa PAH med låg molekylvikt

*gäller benso(b)fluoranten

Dagvattendammar fullgod teknik?

Kan dagvattendammar fungerar som en fullgod teknik för att rena dagvatten med hänsyn till recipientstatus?

- Kungsängsdammen: Trots att halterna av totalfosfor påtagligt reducerades i dammen, så ligger utgående halter generellt över gränsen mellan god och måttlig status i Fyrisån.
- Dammar är en effektiv metod för att minska utsläppen, men bör ses främst som en teknik för att minska belastningen från befintliga områden och inte som ett förstahandsval vid planering av nya områden (där man kan behöva åtgärder som når längre)

Avslutningsvis ett förslag

- Vid högre flöden bräddar vatten förbi Kungsängsdammen och behandlas då endast i försedimenteringsdiket och utloppsdiaket innan det når Fyrisån
- För att nå en högre total mängdavskiljning så skulle kapaciteten i dammens in- och utlopp kunna ökas
- På så sätt kan anläggningen bli mer kostnadseffektiv – även om reduktionen av lösta halter sannolikt minskar (?)

Tack för att ni har lyssnat!

- Rapporten kommer att publiceras på www.wrs.se inom kort



Avslutande diskussion och frågestund

