

Utformning av dagvattendammar och våtmarker för effektiv rening

Jonas Andersson, WRS AB

VA-guidens utbildning 2022-05-11



Utformning av dagvattendammar för effektiv rening

1

Jonas Andersson

- Arbetat med våtmarker, dammar och andra naturnära reningstekniker sedan mitten av 90-talet
- Dagvattenutredningar och projektering av anläggningar
- Strategier, bl.a. dagvattenvägledning till Stockholms strategi och förslag till riktlinjer för kvartersmark, Uppsala
- Uppföljning av funktion - bl.a. hos dagvattendammar (SVU Rapport 2012-02), dagvattnets påverkan på rinnande vatten – pilotstudie Fyrisån "DRIVA" (2021)
- Skötsel av bl.a. dagvattenanläggningar
- Expert på **va**guiden
En enklare Värld



Utformning av dagvattendammar för effektiv rening

2

Utformning av dagvattendammar och våtmarker för effektiv rening

1. Dagvatten och behov av rening
2. Reningsprocesser
3. Anläggningsnomenklatur (vad saker kallas) och anläggningstyper
4. Hur ska en effektiv dagvattendamm/våtmark se ut och fungera?
5. Funktionell vegetation
6. Dammar och våtmarkers reningsförmåga



Lästips

- Skötsel av dagvattendammar - en handbok (Andersson, J. m.fl., 2013. Oxunda Vattensamverkan), även råd om utformning!
- NOS-dagvatten - Uppföljning av dagvattenanläggningar i fem Stockholmskommuner (Andersson, J., m.fl., 2012. SVU 2012-02)
En omfattande utredning av fem dagvattendammars långsiktiga reningseffekter.
- www.vatmarksguiden.se där det även finns en våtmarksflora
- <http://godaexempel.dagvattenguiden.se/>
- Kunskapssammanställning dagvattenrening (Blecken, G., m.fl., 2016. SVU 2016-05)

Varför rena dagvatten?



God status i yt- och grundvatten är målet!

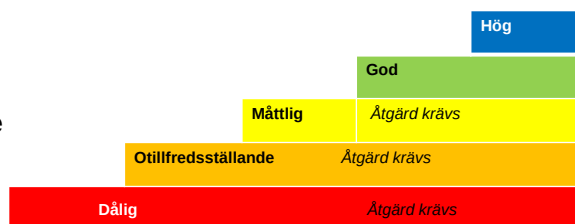
Miljöbalken 5 kap. 3 §

Myndigheter och kommuner ska ansvara för att miljökvalitetsnormer följs.

Ikke försämringskravet:

- Inte lägre status
- Inte någon enskild parameter

Dagvatten utgör i många fall en betydande källa till näringsämnen och föroreningar i tätortsnära vatten

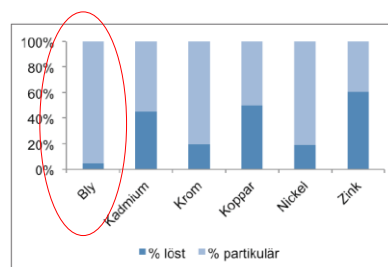
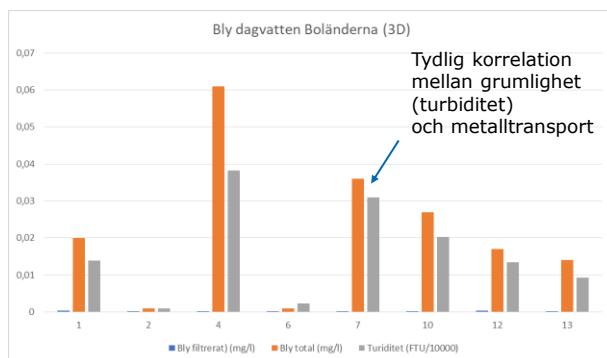


Dagvattenföroreningar av betydelse för miljön

- Suspenderat material (transporterar bundna föroreningar, grumlande, skadar lekplatser för fisk osv.)
- Tungmetaller (Cd, Cu, Zn, Pb m.fl. – risk för toxicitet)
- Organiska miljöstörande ämnen som PAH:er från bl.a. trafik (risk för toxicitet).
- Växtnäring (N, P i olika former – risk för övergödning – bräddning av spillvatten till dagvattennätet eller felkopplingar också en källa).
- Vägsalt (påverkan på grundvatten, risk för toxicitet, påverkar fastläggning av bl.a. metaller)
- Patogener (bakterier, virus, parasiter)
- Andra organiska miljögifter (däribland s.k. prioriterade ämnen) + mikroplaster



En stor andel av föroreningarna är partikelbundna

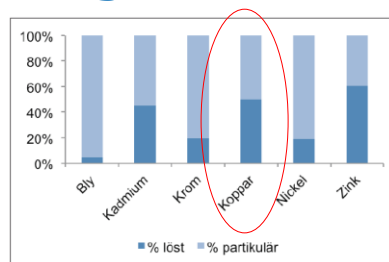
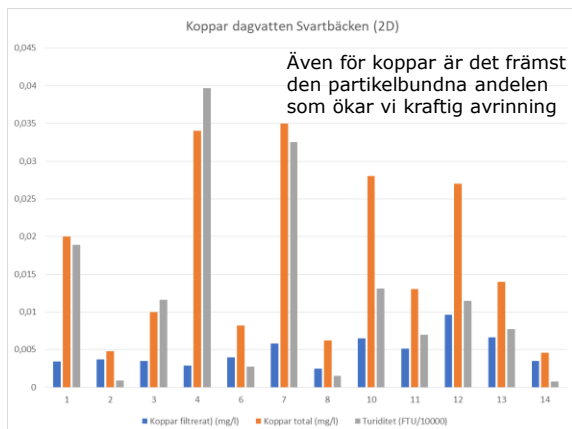


Figur 4.2

Beräknat medelvärde för fördelningen mellan partikulär och löst fraktion (<0,45 µm) av bly, kadmium, krom, koppar, nickel och zink i regn-inducerat dagvatten (det vill säga ej från snösmältning) från ett område med blandad markanvändning i Östersund. Baseras på data från Galfi et al., 2017.

Källa: SVU rapport 2019-2 Kunskapssammanställning Dagvattenkvalitet

Andelen partikelbundna föroreningar ökar vid kraftig avrinning



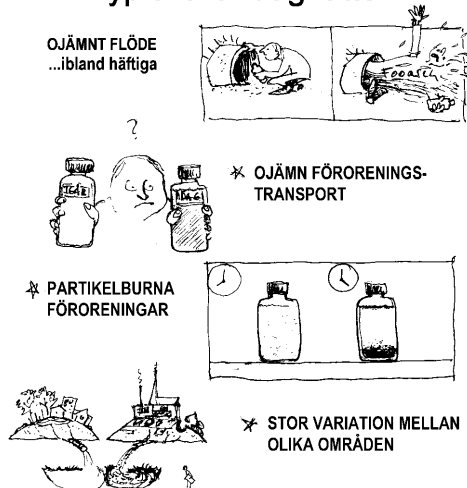
Figur 4.2

Beräknat medelvärde för fördelningen mellan partikulär och löst fraktion ($<0,45 \mu\text{m}$) av bly, kadmium, krom, koppar, nickel och zink i regn-inducerat dagvatten (det vill säga ej från snösmältning) från ett område med blandad markanvändning i Östersund. Baserat på data från Galfi et al., 2017.

Källa: SVU rapport 2019-2 Kunskapssammanställning Dagvattenkvalitet

Dagvattnets egenheter

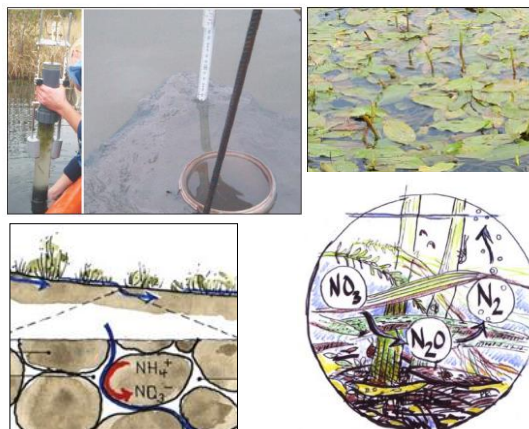
Typiskt för dagvatten



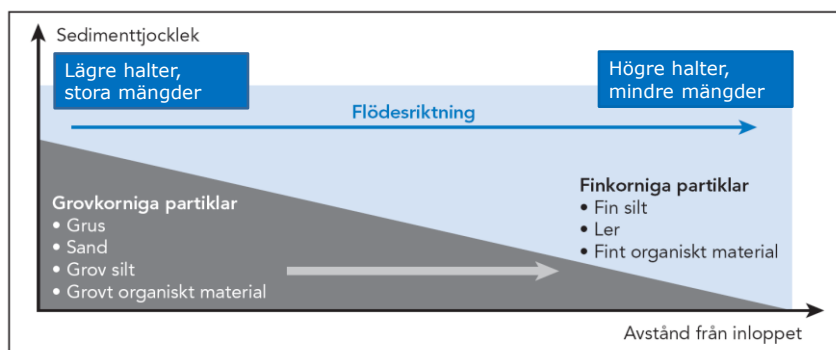
Detta påverkar bland annat hur reningsteknik ska utformas och hur provtagning ska utföras (om det ska utföras)

Processer som gynnar fastläggning av föroreningarna

- Sedimentation (effektiv på partikelbundna ämnen)
- Filtrering (effektiv på partikelbundna ämnen)
- Infiltration (effektiv på partikelbundna ämnen, lösta ämnen)
- Mineralisering, sorption och växtupptag



Sedimentation i en damm



Figur 4-10 Schematisk beskrivning av sedimentationsprocessen.

Det tar 88 timmar för de grövsta lerpartiklarna ($2\ \mu\text{m}$ i diameter) att sjunka 1 m. Merparten av tungmetaller är bundna till partiklar som är $0,45\ \mu\text{m}$ – $75\ \mu\text{m}$ i diameter.

Växternas roll i vattenreningen

- Gynnar **sedimentation** av partiklar och föroreningar
- Undervattensväxter, påväxtalger och fauna **filtrerar** finpartiklar
- Undervattensväxternas **syrgasproduktion** gynnar **mineraliseringen** (nedbrytning av org. material)
- (Kolkälla för **denitrifikation** – relevant om mycket N)
- **Växtupptag** (upptag av näringsämnen - förutsätter skörd)



Processer för att avskilja lösta föroreningar

- Lösta föroreningar sedimenterar inte utan kräver andra avskiljningsmekanismer.
- **Vegetativa processer:** växtupptag och rotzonsaktivitet (mikrober etc.) som använder och omvandlar lösta föroreningar.
- **Sorption:** yt-sorption eller komplexbildning och jonbyte fångar lösta föroreningar. T.ex. i sandfilter, kompost/organiskt material och humusfilter, kalcitfilter (kalciumkarbonat) och filter med zeoliter.
- **Biologisk nedbrytning:** Bakterier omvandlar nitrat till kvävgas eller petroleumkolväten till koldioxid.



Förväntad rening i anläggningar

Kornstorlek	Anläggningar									
>5 mm	Sandfång i brunnar									
5 mm – 125 µm		Underjordiska sedimentationsmagasin	Dammar Skärmbassänger	Svackdiken	Våtmarker					
125 µm – 10 µm										
10 µm – 0,45 µm						Infiltrationsanläggningar	Biofilter Raingarden Växtbäddar	Brunnsfilter		
<0,45 µm (lösta föroreningar)									Membranfilter Lamellfilter	
Underhållsbehov	högt	medel	medel	lågt	lågt	medel	medel	mycket högt	mycket högt	



Källa: Kunskapssammanställning dagvattenrening
(Blecken, G., m.fl., 2016. SVU 2016-05)

Anläggningsnomenklatur

- **Djupa områden i dammar** (>0,6 m djupa) – *Framförallt denna miljö i dammar*
- **Grunda områden i dammar samt stränder** (0-0,6 m djupa) – *Våtmarker innehåller även dessa miljöer*
- **Trösklar** - grundare, oftast tvärgående, avsnitt. På trösklarna är vattendjupet ofta bara några decimeter.
- **Diken** – för att leda, sprida eller samla upp vatten
- **Överdämningsytor** (torra dammar eller översvämningsytor) - fylls och töms omväxlande.
- **Översilningsytor** - sluttande gräsyta över vilken vatten leds. Torrare eller blötare karaktär.
- **Skärmbassänger**
- Omgivande mark samt dammvallar

Dammar och våtmarker

- Rening och/eller fördröjning
- Fysikaliska, biologiska och kemiska processer
- Synliggör vattnet, synliggör föroreningar!
- Kan bidra med viktiga ekosystemtjänster

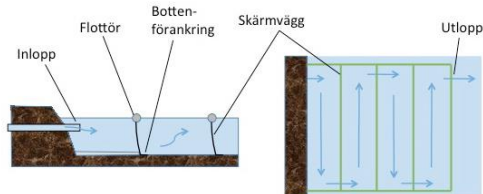


Magasinsvolym
som ger
fördröjning



Skärmbassänger

- Skapar en damm genom att avgränsa ett vattenområde (sjö, havsvik etc.)
- Fungerar som en djup dagvattendamm
- Flytkroppar t.ex. i form av rör eller bryggor
- Kan vara mångfunktionella

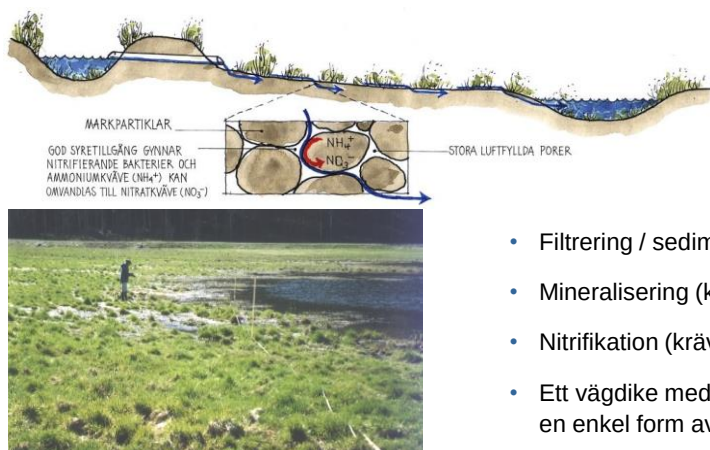


Torra dammar - överdämningsstyr



Främst för fördröjning – kombineras ofta med dammar/våtmarker för rening

Översilningsstyr



- Filtrering / sedimentering
- Mineralisering (kräver O₂)
- Nitrifikation (kräver O₂)
- Ett vägdike med fläck slänt är en enkel form av översilning

Hur ska en effektiv reningsanläggning se ut och fungera?

Att tänka på vid utformning av dagvattendammar

Här beskrivs utformningen av de två Tällydamarna och hur de fungerar. Rätt utformning ger god rening av dagvattnet och förutsättningar för en effektiv skötsel. Titta och låt dig inspireras!

Längd: 13:19



<http://godaexempel.dagvattenguiden.se/>

Se även: Att skapa mervärden i dagvattendammar

En dagvattendamms reningseffektivitet beror på tre faktorer

- **Reningsprocesser** (t.ex. sedimentation, växtupptag och mikrobiella processer som denitrifikation),
- **Hydrologin** (vattenomsättningen)
- **Hydrauliken** (strömningsförhållanden).
- Vattenomsättningen är given av platsen man valt för sin damm och oftast svår att förändra i efterhand. Det finns en viss mängd mark som rinner av till dammen. Reningsprocesserna och strömningsförhållandena kan däremot förändras med aktiva insatser och en damm, som kanske fungerar dåligt som reningsanläggning, kan ofta förbättras med enkla insatser.

Utformning och dimensionering

- **Längd/breddförhållandet** (L/B). I princip kan det sägas att ett högt L/B-förhållandet ger hög hydraulisk effektivitet, dvs. en effektiv användning av vattenytan i dammen.
- En långsmal damm är alltså att föredra mot en kort och bred damm.
- En långsmal damm är också **enklare att rensa**, då det går att nå stora delar dammen med t.ex. en grävmaskin från ömse sidor.
- En djupzon rekommenderas i den inledande delen av anläggningen. I denna minskar vattnets hastighet vilket gynnar sedimentationen av suspenderat material.
- **Behov av rensning av sediment uppstår ofta i de inledande delarna av en dagvattenanläggning, extra viktigt att dessa har en avlång form.**

Exempel – Kungsängsdammen Uppsala



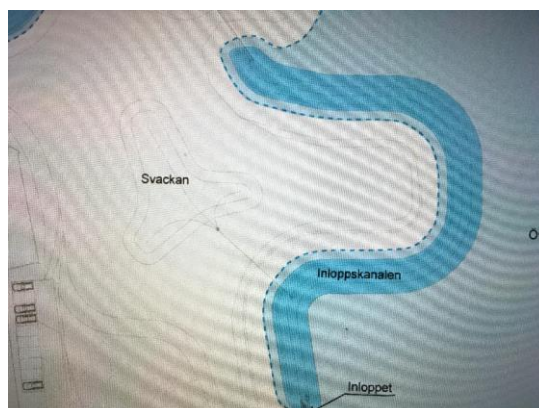
Fördammar – slutsatser från REHIRUP-projektet

- Rensning av dammar och hantering av sediment är kostsamt
- Ju blötare sediment, desto högre blir ofta kostnaden för att hantera det
- I Norge anlägger man ofta **fördammar** i dagvattendammar/våtmarker, som är **lättillgängliga och som rensas relativt ofta**
- Detta ger en lägre total kostnad för dammunderhåll, särskilt om man också kan **förbileda vattnet förbi** och dränera dem innan rensning
- Frekvent rensning av fördammen minskar sedimentupplagringen i efterföljande dammar/våtmark – minskar underhållsbehovet där



Bygg för tömning – och avvattning

- Exempel från Paddeborgsparken i Enköping
- Intill den smala inloppskanalen har en dränerad svacka anlagts
- I svackan kan sediment läggas upp för avvattning
- Dränering leder dränvatten som filtrerat genom marken tillbaka till dammen inlopp



Skydd mot olycksutsläpp

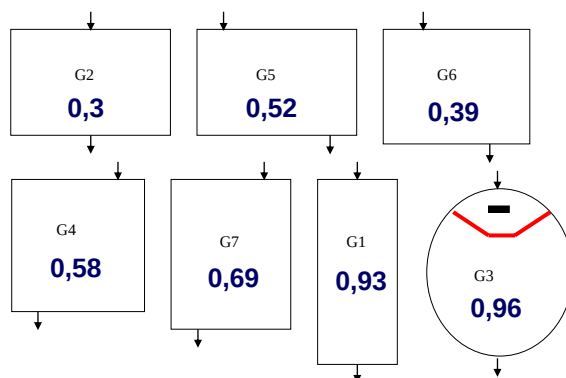


I Visingedammen i Täby avslutas fördammen med en träskärm (som går ner några dm under ytan) som fungerar som en olje- och skräpavskiljare.

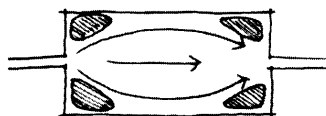


Myrsjöns våtmark i Nacka är hårt belastad av oljeutsläpp. Fördammen avslutas med ett rör som ligger ca 0,5 m under vattenytan och därmed skapas en oljefälla (vattenytan däms i nästkommande damm).

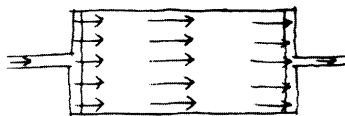
Viktiga samband – hydraulisk effektivitet



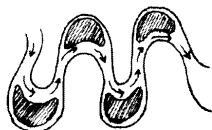
Hydraulisk effektivitet



Figur 3.6. Bakvatten(streckat) skapas lätt när vattnet inte förs på bred front genom anläggningen.



Figur 3.7. Genom att sprida inloppet kan uppkomsten av bakvatten motverkas.



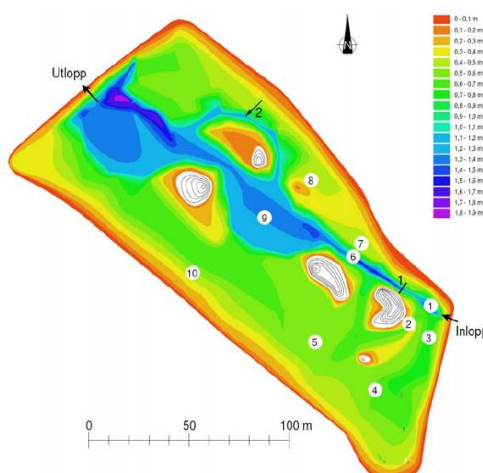
Figur 3.8. Även en organisk form kan ge upphov till bakvatten (streckat).



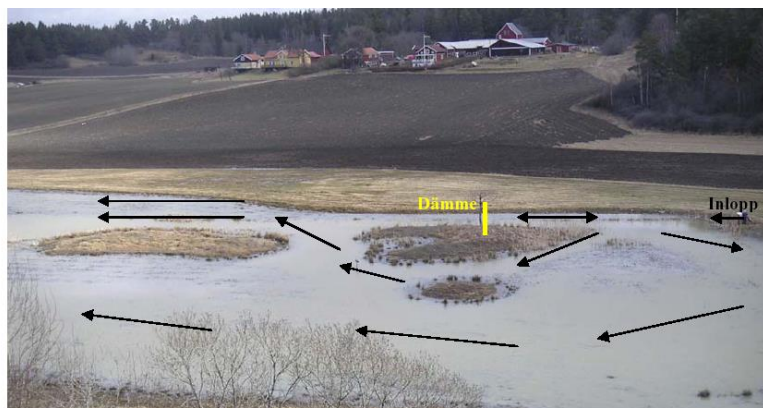
Figur 3.5. En ellipsliknande form ökar dammens hydrauliska effektivitet.

Även djupförhållanden är av betydelse för hydrauliken

- En djupare längsgående kanal försämrar den hydraulisk effektivitet
- Samma effekt kan man få i en damm där vassen växer in från sidorna

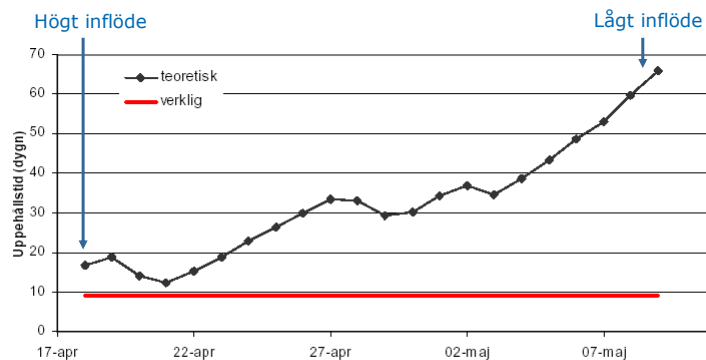


Styrning av flödet med en läns/dämme



Figur 14. Vattnets möjliga flödesvägar i Stene våtmarks övre del samt dämmets och inloppets placering.

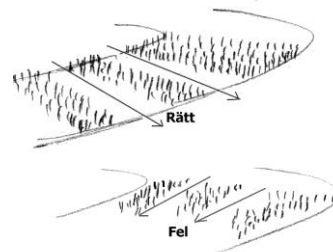
Uppehållstiden variera med flödet



Figur 21. Den teoretiska uppehållstiden under spårämnesförsöket i våtmarken i Stene 18 april-2 maj 2006, samt verklig uppehållstid beräknad utifrån spårämnesstudien.

Trösklar/grundzoner

- Grundzoner ska läggas vinkelrätt mot flödesriktningen.
- Djup mindre än ca 0,5 m ger goda förutsättningar för att etablera tät vegetation
- Denna fungerar som ett filter - fördelar flödet på ett bra sätt och fungerar som påväxtyta för organismer som bidrar till vattenreningen.
- Ett grunt vatten som är solbelyst ger högre vattentemperatur vilket snabbar på framförallt de biologiska reningsprocesserna.
- Rensning/klippning i stråk vinkelrätt mot flödesriktningen minskar risken för kanalisering av flödet.



Funktionell vegetation

- Vegetation som gynnar vattenreningsprocesser
- Växter som erosionsskydd
- Växtbarriärer som skydd mot kontakt med vatten/motverkar olyckor
- Biologisk mångfald
- Estetiska värden



Optimal vegetation i en reningsdamm

- Täta bestånd av övervattensväxter, men inte så täta att de hindrar vattnets framkomlighet.
- Undervattensvegetation som syresätter vattenmassan i djupare delar och fungerar som filter.
- Utloppsdelen får gärna ha täta bestånd av övervattensvegetation som fungerar som partikelbroms och filter.
- Vegetation som är fördelad så att den hjälper till att sprida ut vattnet, så att hela anläggningens ytor nyttjas effektivt.
- Minimalt med skuggande träd, då beskuggning minskar växtligheten i vattenmiljön.

Dammars avskiljningsförmåga



NOS-dagvatten

Uppföljning & utvärdering

Uppföljning av dagvattenanläggningar i fem Stockholmskommuner

Jonas Andersson
Sophie Owenius
Daniel Stråe



Svenskt Vatten Utveckling

Dammars avskiljningsförmåga

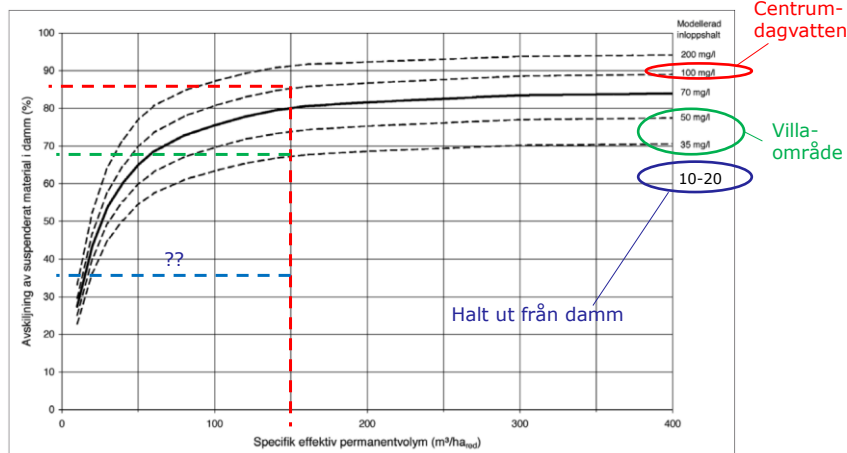
Tabell 4-2 Inkommande och utgående flödesviktad medelhalt av suspenderat material, uppmätta min- och maxvärden i samlingsprov, belastning samt absolut och relativ avskiljning.

Susp. (mg/l)	min	Inlopp MEDEL	max	min	Utlöpp MEDEL	max	Belastning (kg/år)	Avskiljning (kg/år)	Avskiljning (%)
Ladbro	<5 ¹	112	700	<5 ¹	19	87	31 900	26 500	83
Myrängen	<5 ¹	30	160	<5 ¹	12	64	2 840	1 670	59
Steninge	<5 ¹	20	76	<5 ¹	25	55	73 900	-18 700	-25
Tibble	<5 ¹	82	430	<5 ¹	15	68	129 000	105 000	82
Viby	12	46	250	<5 ¹	16	52	10 900	7 200	66

Tabell 4-3 Inkommande och utgående flödesviktad medelhalt av totalfosfor, uppmätta min- och maxvärden i samlingsprov, belastning samt absolut och relativ avskiljning.

Tot-P (mg/l)	min	Inlopp MEDEL	max	min	Utlöpp MEDEL	max	Belastning (kg/år)	Avskiljning (kg/år)	Avskiljning (%)
Ladbro	0,04	0,21	0,82	0,03	0,15	0,88	50	13	27
Myrängen	0,01	0,06	0,25	0,01	0,04	0,39	5,7	1,7	31
Steninge	0,02	0,075	0,20	0,02	0,07	0,16	276	16	6
Tibble	0,04	0,15	1,4	0,02	0,05	0,55	238	158	66
Viby	0,04	0,24	3,0	0,03	0,09	0,30	57	35	62

Avskiljning av suspenderat material i relation till belastning



JOAKIM PRAMSTEN, VATTEN 66:99-111, Iund 2010

Dammars avskiljningsförmåga

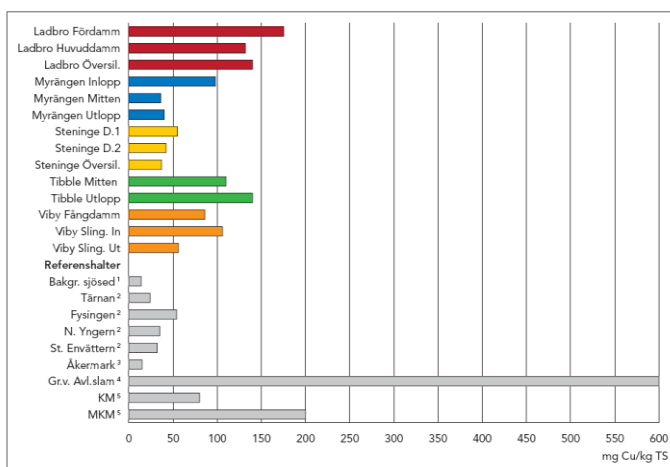
Tabell 4-10 Inkommande och utgående flödesviktad medelhalt av tot-koppar, uppmätta min- och maxvärden i samlingsprov, belastning samt absolut och relativ avskiljning.

Tot-Cu (µg/l)	min	Inlopp MEDEL	max	min	Utlopp MEDEL	max	Belastning (kg/år)	Avskiljning (kg/år)	Avskiljning (%)
Ladbro	5,4	24	64	2,7	11	42	6,9	3,7	54
Myrängen	<1 ¹	7,9	29	<1 ¹	5,4	23	0,82	0,26	32
Steninge	2,2	6,2	15	1,6	5,4	10	23	3	12
Tibble	4,6	17	51	3,9	8	29	26	13,5	52
Viby	<1 ¹	9,5	26	<1 ¹	6,2	16	2,2	0,8	34

¹ Detektionsgräns 1 µg/l.

Tabell 4-13 Inkommande och utgående flödesviktad medelhalt av tot-zink, uppmätta min- och maxvärden i samlingsprov, belastning samt absolut och relativ avskiljning.

Tot-Zn (µg/l)	min	Inlopp MEDEL	max	min	Utlopp MEDEL	max	Belastning (kg/år)	Avskiljning (kg/år)	Avskiljning (%)
Ladbro	20	90	310	5,8	42	180	26	14	53
Myrängen	10	116	810	11	61	220	12	5,8	48
Steninge	5,1	20	66	5,0	15	38	77	22	28
Tibble	23	99	340	12	41	170	155	91	59
Viby	5	33	200	5	14	28	7,7	4,5	70



¹ Uppskattning av bakgrundshalt i förindustriella sjösediment från ackumulationsbottnar (Naturvårdsverket, 1993).

² Halt i 0–4 cm sedimentskikt från fyra sjöar i Stockholms län. (Källa: *Databank över sjösediment*. Inst. Vatten och Miljö, SLU.).

³ Grönsamhalt i svensk åkermark (Naturvårdsverket, 2009b).

⁴ Grönvårde för spridning av avloppsslam på åkermark (SFS 1998:944).

⁵ Grönvården för kätalsig (KM) respektive mindre kätalsig markanvändning (MKM) (Naturvårdsverket, 2009).

Figur 4-12 Jämförelse av kopparhalter i NOS-sedimenten, sjösediment, åkermark samt gränsvärden för spridning av avloppsslam (600 mg Cu/kg TS) och markanvändning.

Fosfor – belastning och avskiljning

		Ladbrodammen Upplands Väsby 2003	Myrångsdammen Täby 2003	Steningedalens årike Sigtuna 2006	Tibbledammen Upplands-Bro 1973	Viby Gårds dammar Sollentuna 2002
Total våtyta	(ha)	0,55	0,13	0,66	0,60	0,16
Inflöde	(m ³ /dygn)	780	280	10 000	4 300	760
Uppmätt dygnsmaxflöde	(m ³ /dygn)	10 500	750	22 600	50 300	8 080
Ytbelastning	(mm/dygn)	142	224	1 485	721	475
Avrinningsområde	(ha)	201	44	7 200	649	140
Avrinningskoefficient		0,31	0,25	0,25	0,17	0,15
Reducerad yta	(ha)	62	11	1 800	110	21
Dammyta/reducerad yta	(%)	0,9%	1,1%	0,04%	0,54%	0,76%
Teoretisk uppehållstid	(dygn)	11	7	1	2	3
Halter (mg/l)						
Tot-P	In	0,17	0,055	0,075	0,15	0,24
	Ut	0,13	0,038	0,070	0,05	0,09
PO ₄ -P	In	0,048	0,013	0,026	0,025	0,11
	Ut	0,045	0,018	0,018	0,009	0,05
Andel PO ₄ -P i ink. vatten		28%	23%	35%	17%	45%
Mängder (kg/ha/år)						
P-belastning		90	46	419	399	357
P-avskiljning	mv = 109	25	14	25	265	219
P-avskiljning %	mv = 38 %	27%	31%	6%	66%	61%

Råd och rekommendationer för dammutformning från NOS-studien

- Led om möjligt in hela flödet till dammen, det ger en högre absolut avskiljning (Tibble, Viby). By-pass endast om flödesvariationen är extremt stor.
- Stor utjämningsvolym och möjlighet att nyttja kompletterande ytor för överdämning/översilning gynnsamt (Viby)
- För hög kostnadseffektivitet ska belastningen vara hög i förhållande till dammytan. En lägre ytbelastning ger dock ofta högre procentuell avskiljning, vilket är väsentligt vid t.ex. känsliga recipienter.
- Väl utvecklad vegetation viktigt (inte minst undervattensväxter). T.ex. Tibbledammen har en mycket tät undervattensvegetation.

Mervärden för rekreation och biologisk mångfald



Ett välklippt promenadstråk vid en damm ger ett välskött intryck även om omgivande mark i stor utsträckning lämnas för fri utveckling.



Rörhöna (t.v.) är en art som trivs bra i anlagda vatten som dagvattendammar. Svarthakedoppingen (t.h.) är idag vanligare i anlagda än i naturliga vatten.