

Dimensionering av dagvattendammar

Hannes Öckerman, WRS AB

VA-guidens utbildning 2022-05-11



Utformning av dagvattendammar - dimensionering

1

1

Hannes Öckerman

Civ. ing. miljö- och vattenteknik



- Idégivning, förprojektering och projektering av reningsanläggningar för dagvatten, lakvatten, avrinning från jordbruksmark m.m.
- Dagvattenutredningar (DP, FÖP m.m.)
- Lokala åtgärdsprogram
- Dimensionering och utformning av dagvattenanläggningar
- Strategier, bl.a. dagvattenvägledning till Stockholms nya strategi och förslag till riktlinjer för kvartersmark, Uppsala



Utformning av dagvattendammar - dimensionering

2

2

Innehåll

Exemplifierat med
exempel från Ljusdal
(idégivning/förprojektering)

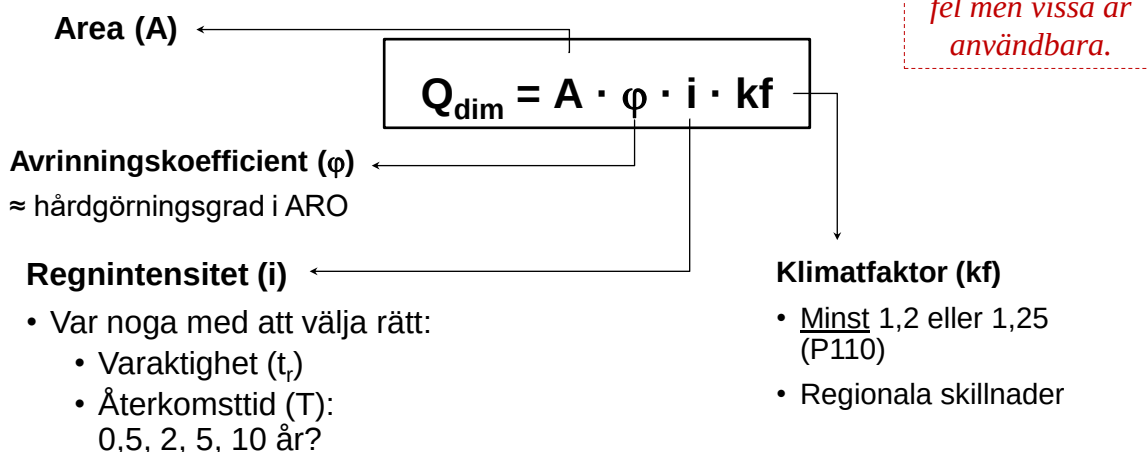
- Grundläggande dimensioneringsprinciper (empiri, modellering, tumregler)
- Yta, volym, hydraulisk effektivitet
- Dimensionering för rening
- Dimensionering för flödesutjämning
- Dimensionerande flöden och avskiljning av partiklar
- Behov av bypass?
- Tips på litteratur och beräkningsverktyg



Foto: Jenny Hansen

Dimensionerande flöde

Rationella metoden / Tid-area metoden



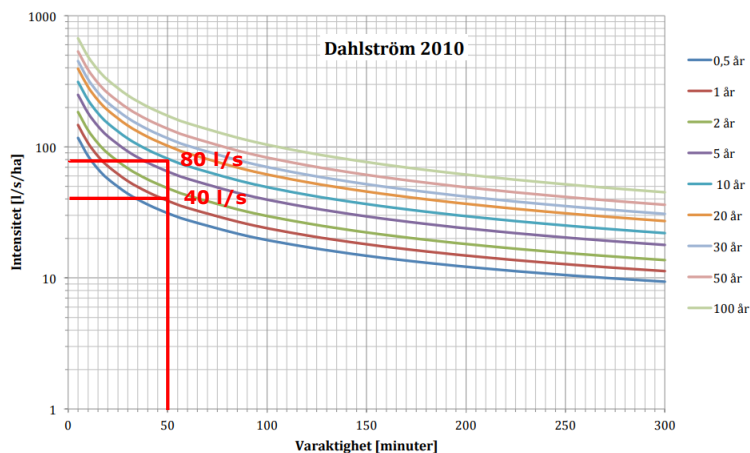
Dimensionerande flöde

För fördröjning

- Dimensionering för kraftigare regn (5-10-årsregn)

För rening

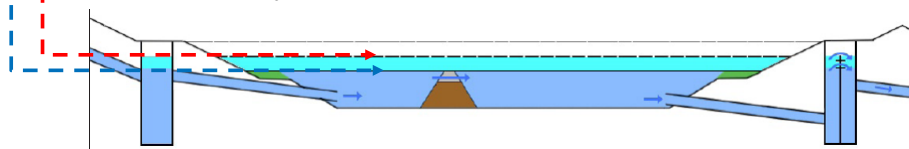
- Största föroreningsmängderna på årsbasis kommer under mindre regn
- Vill fånga *first flush*
- Kan dimensionera utifrån ett flöde (0,5-2-årsregn) som motsvarar 80-90 % av årsnederbörden



Figur: PM Beräkningsmetodik (Stockholm Vatten, 2017)

Permanent volym vs. reglervolym

- Permanent volym (V_p) = nivå vid normal/medelflöde → (primärt) för rening
- Reglervolym (V_d) = volym upp till bräddnivå → (primärt) för fördröjning

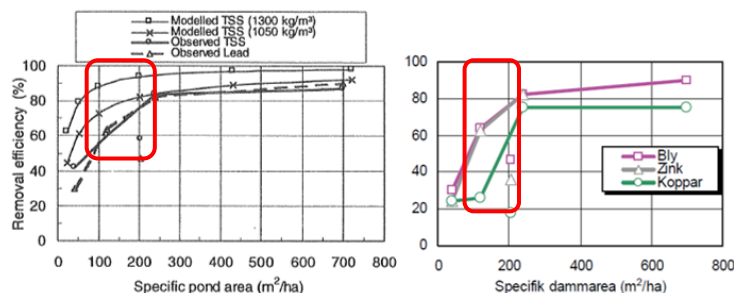
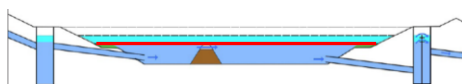


Figur 12.4 Olika utloppskonstruktioner. Blå linje: permanent vattennivå, röd linje: reglerhöjd

Bilder: SVU rapport 2019-20

Ytförhållande (Petterssons princip)

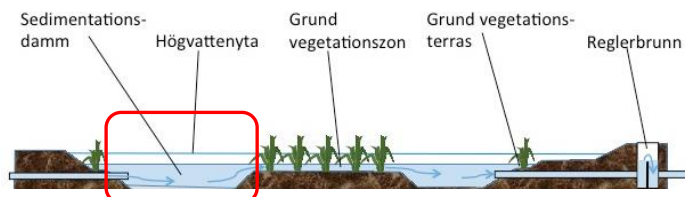
- Specifik permanent vattenyta $\approx 100\text{--}250 \text{ m}^2/\text{ha}_{\text{red}}$ (1,0 – 2,5 %)
- Ger oftast avskiljning på 70–80 % av partiklar och vissa tungmetaller
- Minsta permanentarea är 150–250 m^2 !



Figur 7. T.v. Avskiljning av suspenderat material, modellerad för olika inloppshalter, samt avskiljning av suspenderat material och bly, uppmätt data, som funktion av specifik dammyta (Pettersson, 1999). T.h. Långtidsavskiljning av bly, zink och koppar som funktion av specifik dammyta (Persson och Pettersson, 2006).

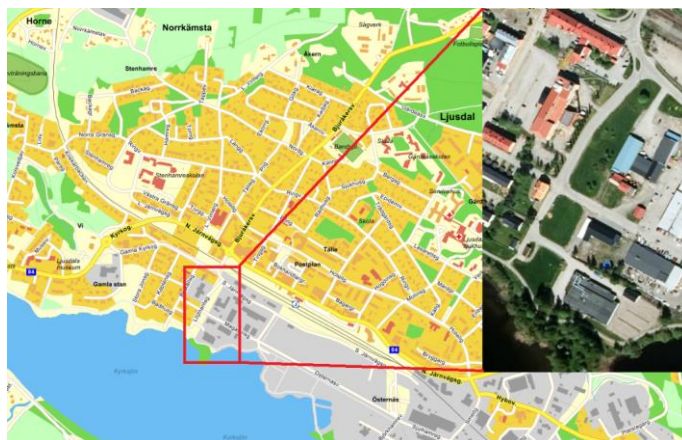
Sedimentationsdel

- Ca 10 % av permanent vattenyta
- Behov av åtkomst, ramp?
- Rensning av sediment?
 - När sedimentet utgör halva dammdjupet eller 30 cm
- Kan kompletteras med oljeskärm



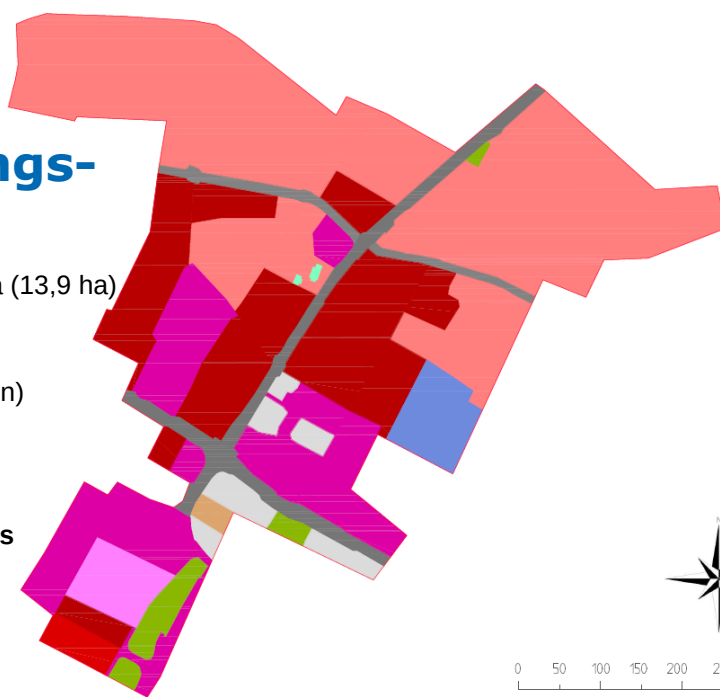
Exempel dagvattendamm Ljusdal

- Dagvattendamm i parkmiljö
- Dagvatten från större delen av tätorten
- Behov av rening
- Område med viss översvämningsproblematik
- Precis intill recipient



Avrinnings- område

- Reducerad area (13,9 ha)
- Topografi
- Rinntider (22 min)
- Ledningsnät
- Behovs- och funktionsanalys



- Avgränsning tekniskt avrinningsområde
- Väg 2
- Väg 4
- Parkering
- Villaområde
- Radhusområde
- Flerfamiljshusområde
- Centrumområde
- Parkmark
- Skolorråde
- Område med äldreboende
- Koppartak

OBJ	OBJ	Ljusdals avfall	Objekt	Objekt
STATUS				
Ljusdals Kommun				
WRS Water Revival Systems				
PROJEKT	PROJEKT	PROJEKT	PROJEKT	PROJEKT
1100	1100	1100	1100	1100
2021-02-19	05			
Påbjuden utskickstext				
Tekniskt avrinningsområde för dagvattendamm				
Ljusdal Energi				
13200	13200	13200	13200	13200
Blått 2				

Permanenta vattenytor

- **Permanent vattenyta på 2 400 m²**
= 1,7 % av A_{red}
→ Uppdelat på fem hydrauliskt sammankopplade dammar
- **Sedimentationsdel (djuphåla) vid inlopp 230 m²** (ca 10 %)



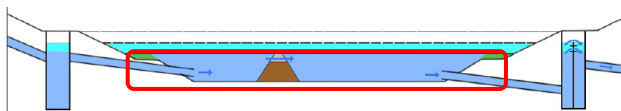
Djup, variation och volym

- **Medeldjup 0,71 m**
→ Rek. medeldjup 1,0-1,5 m
= plats för sediment men undviker risk för syrefattiga bottnar
- **Omväxlande djupa delar och grunda filterzoner**
→ Avvägning schakt.
- **Permanentvolym på ca 1 700 m³**



Volymförhållande

- Permanent volym (V_p) ska helst vara 2-4 gånger större än volym dagvatten vid medelavrinning (V_r)



Ca 7-9 mm

Tabell 7-1 Sammanfattande data betr. bearbetade regntillfällen inom projektet.

Ort	Regnseriens totala varaktighet, år	Total regnvaraktighet (bearbetade regntillfällen)- dagar	Antal regn per år	Medelregnvaraktighet, h	Regnvaraktighet per år	Medelvolym/regntillfälle, mm
Kalmar	13,1	191	53	6,5	3,99%	6,7
Malmö	24,4	343	62	5,5	3,85%	6,8
Karlskrona	6,7	133	74	6,5	5,42%	7,2
Stockholm	20,0	370	63	7,1	5,06%	6,6
Karlstad	9,8	225	76	7,3	6,29%	7,9
Jönköping	18,9	331	66	6,4	4,79%	6,9
Helsingborg	13,7	278	76	6,4	5,56%	7,0
Sundsvall	13,4	176	41	7,6	3,60%	9,1
Skellefteå	8,0	90	34	8,0	3,07%	9,1
Uppsala	11,8	236	68	7,1	5,46%	7,1
Växjö	19,2	419	78	6,7	5,98%	7,0
Borås	16,0	369	87	6,4	6,32%	8,1
Göteborg	4,8	124	86	7,2	7,07%	7,3
Uddevalla	11,6	335	88	7,8	7,91%	8,0
Halmstad	12,7	334	92	6,9	7,21%	7,8
TOTALT	204,1	3 953	69	6,7	5,30%	7,3

Tabell: VA-forsk 2006-04.

$$V_r = 10 \cdot r_{da} \cdot \varphi_v \cdot A$$

V_r Vättenvolym, avrinning vid medelavrinningstillfälle (m^3)

r_{da} Årligt medelavrinningsdjup (mm)

φ_v Volymavrinningskoefficient (-)

A Area, avrinningsområde (ha)

Ex. Ljusdal

$$V_r = 10 \cdot 7 \text{ mm} \cdot 13,9 \text{ ha} = 970 \text{ m}^3$$

$$V_p = 2400 \text{ m}^2 \cdot 0,71 \text{ m} = 1700 \text{ m}^3$$

Specifik effektiv permanentvolym

$$\text{Specifik effektiv permanentvolym} = \frac{V_p \cdot e_h}{A_{red}}$$

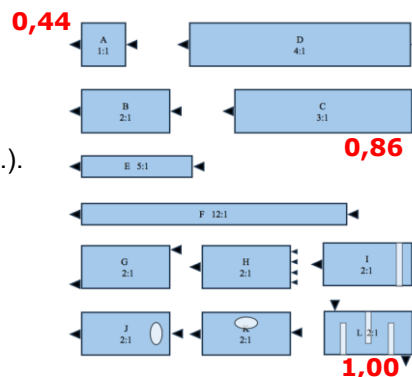
- Anges i enheten m^3/ha_{red}
- Längd-bredd-förhållande 2:1 – 4:1 rekommenderas
- Thackstons ekvation för **hydraulisk effektivitet (e_h)** (ungefär samma sak som "effektiv volymkvot" i bilder t.h.). $e_h > 0,7$ är bra

$$e_h = 0,84 \cdot (1 - e^{-0,59 \cdot (L/W)})$$

e_h Hydraulisk effektivitet (-)

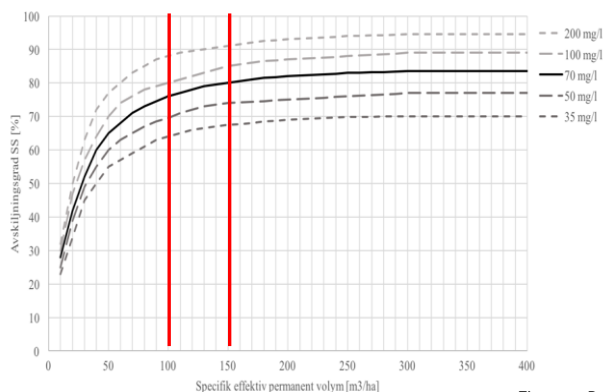
L Dammens längd (m)

W Dammens bredd (m)

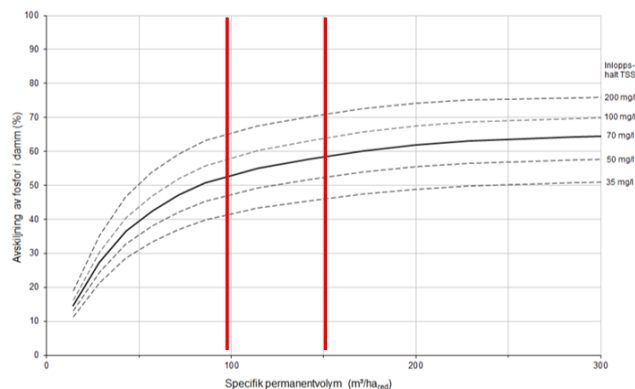


Specifik effektiv permanentvolym

Avskiljning SS (partiklar)



Avskiljning fosfor



Figurer: Pramsten (2010).

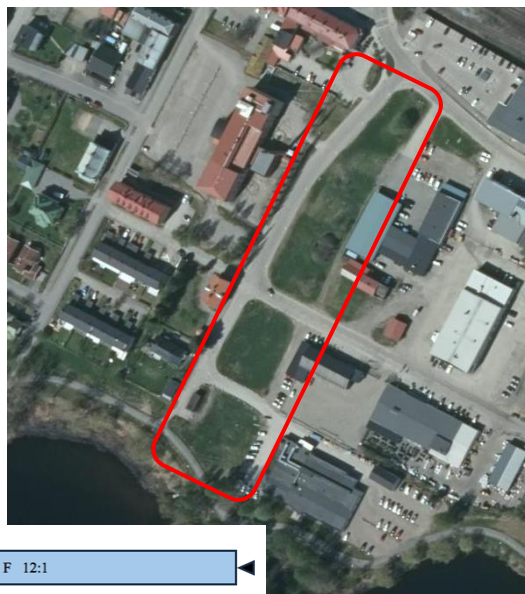
15

Specifik effektiv permanentvolym

- En volyms- och kostnadseffektiv specifik effektiv permanentvolym = 100-150 m³/ha_{red}

Ljusdal

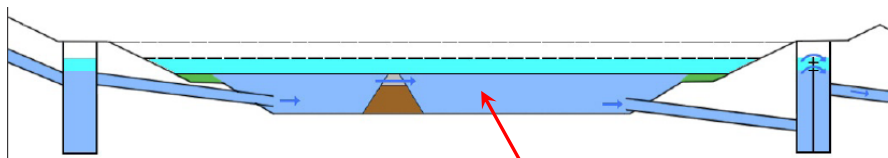
- L:B = 13:1
- Hydraulisk effektivitet $e_n \approx 0,84$
- $V_{\text{spec}} = 1700 \text{ m}^3 \cdot 0,84 / 13,9 \text{ ha}_{\text{red}} = 103 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{red}}$
- $V_{\text{spec}} = 1700 \text{ m}^3 \cdot 1,00 / 13,9 \text{ ha}_{\text{red}} = 122 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{red}}$



16

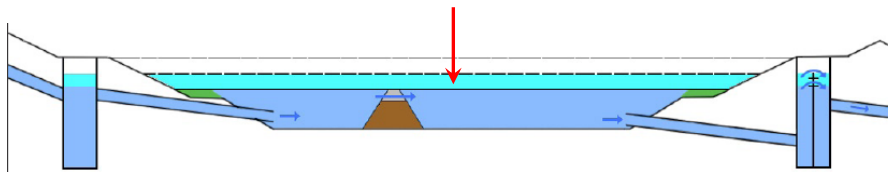
Rening - uppehållstid

- Dimensionerande uppehållstid i dammens permanentvolym (V_p) $\approx 24-48$ h
- $Q_{dim} = N \cdot p \cdot \varphi \cdot A = 2,5 \cdot 618 \text{ mm/år} \cdot 13,9 \text{ ha}_{red} = 6,8 \text{ l/s}$
(N är en konstant normalt mellan 1,0-2,5)
- Uppehållstid blir då $[6,8 \text{ l/s} / (1\,700 \text{ m}^3 \cdot 0,84)] = 59 \text{ h}$ (2,4 dagar)



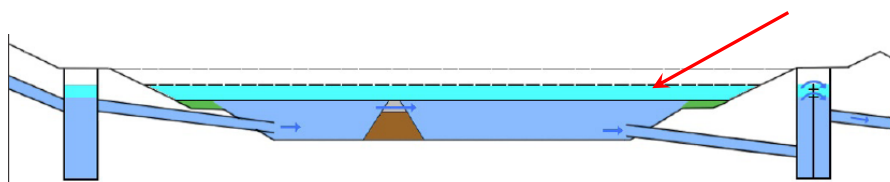
Fördröjning - uppehållstid

- Tömningstid för fördröjningsvolymen (V_d) $\approx 12-24$ h (max 48 h)
- Reglera med avtappningsflödet på utloppet (utskov, överfall, munkbrunn, rör...)
- Ex. en fördröjningsvolym på $1\,000 \text{ m}^3$ ger ett tömningsflöde på 12-23 l/s



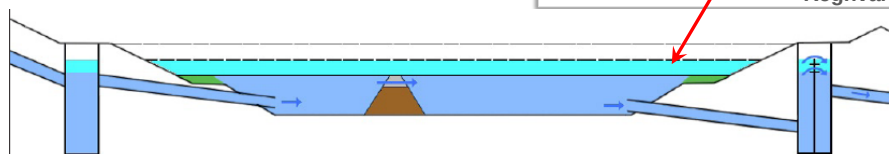
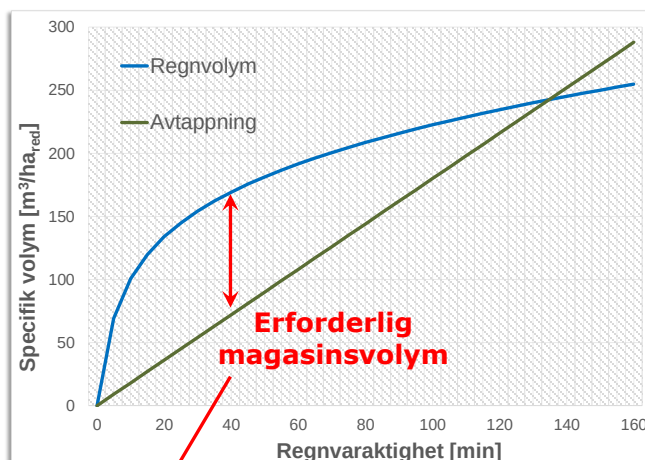
Dimensionering av fördröjningsvolym

- Minst en årlig medelavrinningsvolym (7-9 mm) rekommenderas rymmas i fördröjningsvolymen (V_d)
- Lokala riktlinjer kan ställa andra krav
- Fördröjningsvolymen kommer även bidra till effektivare rening
- Ex. Ljusdal: $V_r = 970 \text{ m}^3$ (motsvarar 7 mm nederbörd).
Med dammyta $2\,400 \text{ m}^2$ innebär det ett fördröjningsdjup på 0,4 m



Dimensionering av fördröjningsvolym

- Beräkna erforderlig magasinvolym utifrån vald återkomsttid (1, 2, 5, 10 år...)
- Ett krav kan då vara att denna volym ska rymmas inom dammens fördröjningsvolym (V_d)
- Tips: Ladda ner [P110 Bilaga 10.6a](#)



$$R_{SS} = 1 - \left(1 + \frac{1}{n} \cdot \frac{v_s}{Q_{dam}/A_{dam}} \cdot \frac{(d_r + d_p)}{(d_r + d)} \right)^{-n}$$

$$n = \frac{1}{1-\lambda}$$

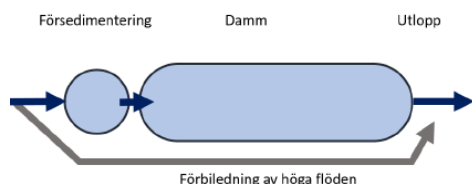
Dimensionerande flöde och avskiljning

- Sedimentering av stora och medelstora partiklar går snabbt

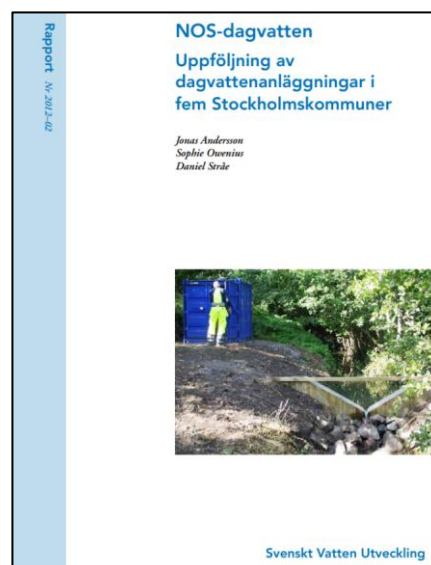
		Partikel-diameter (µm)	Sedimentations-hastighet (mm/s)	Tid att sedimentera 0,7 m	Avskiljning Ljusdal vid 1-årsregn (%)	Avskiljning Ljusdal vid 10-årsregn (%)
Grov sand		1 000	100	7 sek	100 %	100 %
Fin sand		250	26	27 sek	100 %	100 %
Grov silt		62	2,3	5 min	100 %	100 %
Fin silt		16	0,18	65 min	100 %	99 %
Lera		4	0,011	18 tim	62 %	38 %

21

Behov av förbiledning?



- Studier tyder på att anläggningar med förbiledning (bypass) får sämre reningseffektivitet.
- Möjligt då en del av de lättsedimenterbara föroreningarna transporteras förbi dammen vid höglöden
- Alternativ med reglervolym och bräddning i dammen?
- Behov av förbiledning kan uppstå vid "för små" dammar, erosionsrisk m.m.



<https://wrs.se/om-oss/forskning-utveckling/>

22

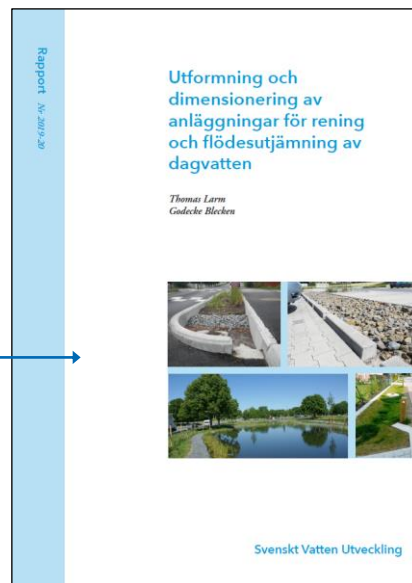
Litteraturtips

- Generellt är dagvattendammar en väl undersökt teknik, det finns mycket litteratur och undersökningar
- Dimensionering: Svenskt Vatten P104, P110
- [Beräkningsverktyg för dimensionering och utformning av dagvattendammar](#) (exjobb Uppsala universitet 2018)

- [SVU-rapport 2019-20](#)

BERÄKNINGSVERKTYG FÖR DIMENSIONERING OCH UTFORMNING AV
DAGVATTENDAMMAR
2018-05-20
Slutgiltig version

Kajsa Forsberg
Examensarbete för Civilingenjörsprogrammet Miljö- och vattenteknik, Uppsala universitet



Frågor och diskussion

hannes@wrs.se

0733-833 788