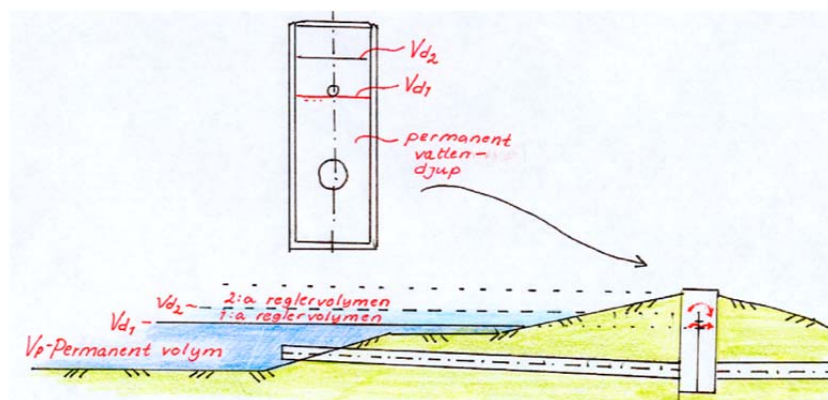


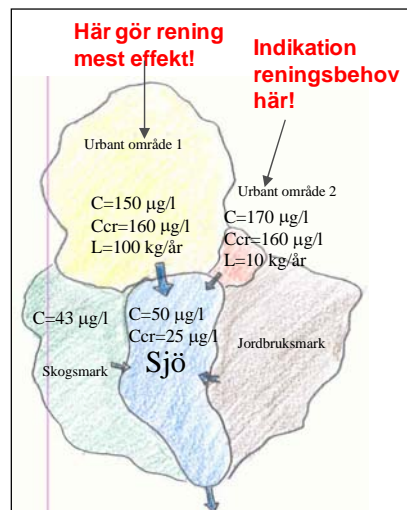
PM

UPPDRAG Sweco teknikutveckling	UPPDRAGSLEDARE Thomas Larm	DATUM 2011-12-29
UPPDRAGSNUMMER -	UPPRÄTTAD AV Thomas Larm	GRANSKAD AV Kristina Hedlund

Generella metoder för dimensionering av dammar och våtmarker samt allmänt om riktlinjer för rening av dagvatten



Figur 1. Permanent volym, 1a reglervolym för rening och 2a reglervolym för utjämning.



Figur 2. Riktvärden för dagvatten respektive ytvatten, halter och mängder. Princip-exempel, fosfor. C=halt (concentration), cr=kritisk (critical), L=belastning (load).

Sweco Gjörwellsgatan 22 Box 34044, 100 26 Stockholm Telefon 08-695 60 00 Telefax 08-695 60 10 www.swecogroup.com	SWECO AB (publ) Org.nr 556542-9841 säte Stockholm	Thomas Larm Tekn Dr Telefon direkt 08-695 63 08 Mobil 046-734 126 308 thomas.larm@sweco.se
--	---	--

Bakgrund och inledning

Det är stor skillnad mellan att dimensionera ledningar, utjämningsmagasin och reningsdammar, men enligt kännedom finns ingen samlad dokumentation som beskriver denna skillnad. Dimensionering av dammar för rening är något relativt nytt och metodiken har ändrats kraftigt under de senaste 10 åren, inte minst med erfarenheter från utvärderade anläggningar. Det förekommer därför relativt många anläggningar som i princip dimensionerats efter fel metod. Dimensioneringsmetodiken förfinas kontinuerligt allt eftersom fler anläggningar utvärderas och jämförs.

Vad gäller riktlinjer för rening av dagvatten så är inte heller detta beskrivet vad gäller hur olika riktvärden skall användas, att det är en skillnad på riktvärden för dagvatten och ytvatten. Även här finns det nyheter, t.ex. Vattendirektivets inverkan och nyligen framtagna riktvärden för dagvatten (Riktvärdesgruppen, 2009). Det har visats att om riktvärden för ytvatten tillämpats som krav på utsläppt dagvatten kan det i många fall ge orimliga krav på reningsanläggningarna. Vattendirektivets miljö kvalitetsnormer eller Naturvårdsverkets riktvärden har i flera fall i Sverige tillämpats direkt på dagvatten, trots att de är avsedda för ytvatten. Detta kan få orimliga konsekvenser på reningsbehov.

I detta PM beskrivs de senaste rönen vad gäller tillvägagångsätt eller riktlinjer för dimensionering av dammar och våtmarker. I PMet redovisas även skillnaden mellan riktvärden för dagvatten respektive ytvatten. Referenser ges efter respektive avsnitt för var man kan hitta mer detaljerad information om både dimensionering och riktvärden. I de refererade publikationerna finns ytterligare referenser, dock lite äldre och inte så aktuella med hänsyn till ovan nämnda nyheter inom området.

1. Generella metoder för dimensionering av dammar och våtmarker

Dammar och våtmarker kan dimensioneras utifrån två skilda aspekter eller utifrån en kombination av dessa.; antingen som reningsanläggningar eller som fördröjningsanläggningar . Ofta dimensioneras flera olika volymer i samma damm, en permanent volym (V_p) för rening och för att få en vattenspiegel, en extra volym för rening (V_{d1}) och en volym för fördröjning (V_{d2}), se Figur 1. Den extra utjämningsvolymen för rening (V_{d1}) dimensioneras normalt för att omhänderta en medelavrinningsvolym och för en tömningstid på 12-24 timmar. Den renodlade utjämningsvolymen (V_{d2}) dimensioneras för att utjämna flödet vid ett regn med dimensionerad återkomsttid, t.ex. 10 år, ner till önskat utflöde, med hänsyn till flödeskapaciteten nedströms. I detta PM beskrivs även metoder för att dimensionera anläggningens permanenta area (A_p), vilket är arean som den permanenta volymen (V_p) upptar.

1.1 Skillnaden mot att dimensionera ledningar och utjämningsmagasin

Vid dimensionering av ledningar, diken och utjämningsmagasin är det viktigt att säkerställa att kapaciteten är tillräcklig för att undvika översvämningar. Vid dimensionering av dammar för rening är det andra aspekter som är dimensionerande, t.ex. medelflöden och inloppshalter.

Oftast är betydligt längre varaktighet dimensionerande för dammar och våtmarker när det gäller både rening och utjämning (Svenskt Vatten, 2011b). Vanligen rör det sig om någon eller några timmar då uppehållstiden är viktig för funktionen.

Dammar och våtmarker dimensioneras inte heller efter samma återkomsttid som vid dimensionering av diken eller ledningar, bortsett för att om dammen innehåller en utjämningsvolym för fördröjning av höga flöden utöver rening, dvs när syftet även eller endast är utjämning. I det senare fallet dimensioneras dock reningsvolymen även här efter mindre intensiva regn (Larm, 2011a).

Ledningar skall dimensioneras efter en varaktighet på minst tio minuter (längre om den beräknade dimensionerande rinntiden är längre än tio minuter) och med en återkomsttid på t.ex. två eller tio år (Svenskt vatten, 2011a). Detta gör att relativt höga regnintensiteter ($l/s,ha$) blir dimensionerande. Därmed blir även höga flöden dimensionerande vilket ger tillräckligt stora diken eller ledningar, så att mer frekventa översvämningar uppströms kan undvikas.

1.2 Generell beskrivning av dimensioneringsmetod

Dammar och våtmarker för rening av dagvatten dimensioneras numer överslagsmässigt normalt efter ett areaförhållande, även om volymförhållanden också används (Larm, 2011a).

Dammens eller våtmarkens permanenta vattenyta A_p beräknas enligt Ekv. 1:

$$A_p = \varphi A K_{A\varphi} \quad (1)$$

Den permanenta vattenytan A_p (m^2) dimensioneras alltså som en viss del av avrinningsområdets reducerade area A_{red} (ha), där $A_{red} = \text{reducerad area} = \varphi A$, uttryckt med konstanten $K_{A\varphi}$ (Larm, 2011a). A är områdets area (ha). φ är avrinningskoefficienten, den del av nederbörden som ger avrinning. Konstanten $K_{A\varphi} (=A_p/A_{red})$ beror av reningseffekten. Högre värden kan användas vid mer stränga reningskrav. Dammens valda permanenta vattenarea beror på alltså på erforderlig reningseffekt. Dimensioneras dammen med en större permanent yta så erhålls högre reningseffekt.

För dammar utgör normal permanent vattenarea överslagsmässigt cirka $70\text{-}250 m^2/ha_{red}$, där ha_{red} är reducerat tillrinningsområde i hektar (dagvattengenererande yta, ha) som beräknas utifrån områdets markanvändning och avrinningskoefficienter.

För våtmarker utgör normal permanent vattenarea överslagsmässigt cirka $300\text{-}500$ ($100\text{-}800$) m^2/ha_{red} (Larm, 2011b).

Efter att en permanent vattenyta räknats fram så bestäms permanent vattendjup, normalt kring $1,2$ ($0,8\text{-}1,5$) meter (Larm, 2011a), släntlutningar, bredder och djup på eventuella grundzoner runt dammen. Utifrån dessa uppgifter kan permanent vattenvolym (V_p) beräknas.

Därefter beräknas utjämningsvolymen över den permanenta vattenvolymen enligt t.ex. Larm (2011a). Vilka utjämningsvolymen som erfordras beror på eventuella utjämningskrav (dimensionerande utflöde från anläggningen) liksom på reningskraven. Det senare gäller en utjämningsvolym (V_{d1}) över den permanenta volymen med strypt utlopp för tillräcklig tömningstid (normalt $12\text{-}24$ timmar) under medelstora avrinningstillfällen. V_{d1} (m^3) beräknas enligt Ekv. 2, där r_{da} är medelregndjupet (mm):

$$V_{d1} = 10 \varphi A r_{da} \quad (2)$$

Medelregndjupet r_{da} är t.ex. $7,3$ mm för Stockholm (Hernebring, 2006).

Total vattenarea (A_{tot}) för dammar är den yta som erhålls vid den högsta nivån för den översta utjämningsvolymen, antingen V_{d1} eller V_{d2} , den senare om dammen även dimensioneras för att utjämna toppflöden och den förra om bräddning (bypass) av toppflöden sker före dammen. Storleken på A_{tot} beror på reglerhöjd och släntlutning. Den totala schaktytan (A_{schakt}) kan bli större än A_{tot} , beroende på marknivåer i området.

Det bör observeras att areametoden är en överslagsmetod. Dammar och våtmarker rekommenderas att modelleras så att hänsyn även tas till andra parametrar som starkt kan påverka storleken på anläggningen och förväntad reningseffekt. Exempel på sådana parametrar är inloppshalt, minsta möjliga halt som man kan rena till, strypt utlopp (tömningstid vid medelavrinning), andel yta med växter m.m. (Larm, 2011a). Inloppet och utloppet samt vattendjup och nivåer på skibord m.m. är viktiga att dimensionera och detaljutforma med hänsyn till platsspecifika förhållanden. Beroende på områdets egenskaper och vilka ämnen som är viktigast att rena kan avrinningens första smutspuls ("first flush") vara mer eller mindre framträdande och viktiga att omhänderta i anläggningen. Detta ställer krav på hur mycket flöde som skall ledas in i anläggningen respektive bräddas förbi. Stora flöden kan leda till uppvirvling av ackumulerat material i en anläggning. Tillgänglig yta för en anläggning kan också begränsa valda dimensioner.

Nedan beskrivs metodiken mer detaljerat, t.ex. avseende dimensionerande regnintensitet, olika parametrar som påverkar dimension och reningseffekt samt hur olika renings- och utjämningsvolymerna i dammar är tänkta att fungera i princip. För mer ingående förklaringar och beskrivningar hänvisas till refererad dokumentation.

Den permanenta volymen (V_p)

Den permanenta volymen (V_p , Figur 1) är en funktion av medelregndjupet (regndjupet av ett medelregn, mm). Man dimensionerar denna volym efter betydligt mindre intensiva regn än vad man dimensionerar utjämningsvolymen i dammen för. I Sverige varierar medelregndjupet mellan 7-9 mm för olika orter och medelregnets medelvaraktighet är mellan 6-8 h (Hernebring, 2006). Detta ger intensiteter om ca 0,9-1,5 mm/h eller ca 2,4-4,2 l/s,ha om man dimensionerar efter en medelavrinningsvolym. De angivna intensiteterna är låga men avser längre varaktighet, varmed volymerna blir relativt stora (Larm, 2011a). Dammens valda permanent vattenvolym beror på erforderlig reningseffekt. Dimensioneras dammen med en permanent volym som överstiger medelavrinningsvolymen erhålls högre reningseffekt. Normalt är att dimensionera volymen för 1 upp till 3 ggr medelavrinningsvolymen, vilket omräknat skulle motsvara regnintensiteter på 2,7-4,5 mm/h eller 7,5-12,5 l/s,ha, om man antar en varaktighet motsvarande medelregnets.

Extra volym för rening (V_{d1})

En första utjämningsvolym (V_{d1} , Figur 1) över nivån för permanent volym skapas genom att man stryker utflödet från dammen tills vattnet har stigit till en given nivå. Volymen dimensioneras normalt för en tömningstid på ca 12-24 timmar och innebär förbättrad rening i dammen jämfört med om utloppet inte strypts. Man erhåller en sedimentering även vid mindre till medelstora avrinningstillfällen. Förvisso sker den största reningen på årsbasis mellan regntillfällena i den permanenta vattenvolymen (vilket motiverar att det är den volymen som är viktigast att få tillräckligt stor med hänsyn till erforderlig reningseffekt).

Extra volym för fördröjning och utjämning av stora flöden (V_{d2})

Anläggningen kan även behöva utformas med en volym för fördröjning av större och mer intensiva flödet som behöver utjämnas av kapacitetsskäl för transportsystemet nedströms. Utjämningsvolymen (V_{d2} , Figur 1) kan t.ex dimensioneras vanligen för att uppehålla ett flöde från ett regn med en viss återkomsttiden, t. ex. två år (1-100) år (Larm, 2011a). Vanligt är även att räkna upp volymen inför kommande klimatförändringar och då justera med en faktor 1,05-1,3, enligt Svenskt Vatten (2011a).

1.3 Aktuella referenser till dimensionering av dammar och våtmarker för rening

Hernebring C. (2006). 10års-regnets återkomst, for och nu – regndata för dimensionering/kontrollberäkning av VA-system i tätorter. VA-FORSK rapport nr 2006-04.

Larm T. (2011a). Dimensionering av dammar och våtmarker för rening och utjämning av dagvatten. PM, Sweco. www.stormtac.com.

Larm T. (2011b). General design criteria for wet ponds and wetlands for storm water treatment. Memo, Sweco. www.stormtac.com.

Svenskt Vatten (2011a). Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem. Publikation P104, augusti 2011.

Svenskt vatten (2011b). Hållbar dag- och dränvattenhantering. Råd vid planering och utformning. Publikation P105, augusti 2011.

2. Allmänt om riktlinjer för rening av dagvatten

Gränsvärden för ytvatten skall användas i ytvatten, riktvärden för dagvatten skall användas för dagvatten. Allt avrinnande vatten har i stort sett högre halt än halten i exempelvis en sjö, i sjön sker utspädning. Att kräva att uppnå så låga halter i dagvattnet som riktvärdena i ytvattnet avser skulle samtidigt innebära att kräva rena avrinnande vatten från skogsmark, gles villabebyggelse mm, vilket är mycket svårt, ofta orimligt och inte kostnadseffektivt.

Nedan beskrivs skillnaden mellan att använda riktvärden för dagvatten respektive ytvatten närmare.

2.1 Skillnaden mot riktvärden för ytvatten

Vad gäller halter så är det viktigt att särskilja halter i dagvattnets utsläppspunkter till recipienten och halter i själva recipienten. Halter i dagvattnet samt riktvärden för dagvattenutsläpp i form av halter bör inte direkt jämföras med riktvärden för och halter i recipienten, t.ex. Vattendirektivets miljö kvalitetsnormer (EU 2008/105/EG) och Naturvårdsverkets föreslagna gränsvärden för särskilt förorenande ämnen (Rapport 5799). Miljö kvalitetsnormer i form av halter i recipienten är alltså inte direkt jämförbara med riktvärden för dagvattenutsläpp. Normalt innehåller dagvatten och även ytvavrinnande vatten från naturmark högre halter än vattenmassan i recipienten. I många fall är även riktvärdena i recipienten lägre än vad inkommande vattens halter är (se Figur 2), detta gäller även vissa ämnen från villaområden och t.o.m. från naturmark. I recipienten sker reningsprocesser och utspädning. Riktvärden för dagvatten kan därför vara högre ställda än riktvärden för recipienten.

Det kan vara motiverat att rena dagvatten även från villor i vissa fall, när recipienten är känslig och mängden föroreningar betydande. Att generellt kräva rening av dagvatten från dessa områden liksom skogsvatten bedöms vara fel och kan ge höga kostnader. Detta bedöms inte heller vara försvarbart ur ett kostnads-nyttoperspektiv då det ofta är mer rimligt att rena dagvatten från områden med stor föroreningsbelastning. Man bör alltså inte i generella fall ställa krav på att dagvattnet inte bör överstiga föreslagna gränsvärden för ytvatten då detta bedöms vara orimligt i de flesta fall. Det är tekniskt svårt eller omöjligt att med dagens anläggningar kunna rena till ytvattenhalter i dagvatten. Om man trots det vill försöka är exempel på sådana lösningar stora dammar eller våtmarker med stor växtandel, eventuellt kompletterade med översilningsytor eller någon form filter. Det har visat sig finnas halter som man inte kan uppnå med denna typ av åtgärder (Stockholms stad m.fl., 2010), att klara ytvattenkriterierna kan ge orimliga kostnader och skötselinsatser. Ytvattenkriterierna skall istället användas för vad de är ämnade till; för att jämföra uppmätta halter i ytvattnet med kriterier i ytvattnet. När kriterierna överskrids finns ett åtgärdsbehov för att minska belastningen på recipienten och därmed kommer halten i ytvattnet minska. Åtgärder

dimensioneras och fler åtgärder kan behövas, målet är att få en god status i ytvattnet och att kvaliteten inte försämras.

2.2 Generell beskrivning av riktvärden för dagvattenrening

Riktvärden i form av halter i utsläpp till recipienten kan användas som ett översiktligt verktyg vid åtgärdsplanering och för identifiering av åtgärdsbehov. Detta kräver mindre mängd indata och resurser jämfört med provtagning.

För att beräkna anläggningens reningseffekt måste antingen provtagning från inlopp och utlopp utföras eller så kan schablonhalter användas. Provtagning bör ske flödesproportionellt under tillräckligt många avrinningstillfällen och under tillräckligt lång tid för att ge en uppskattning av årsmedelhalter som dagvattenriktvärden bör jämföras med. Alternativt kan uppdaterade schablonhalter för dagvatten från olika markanvändning användas (se t.ex. www.stormtac.com, Stockholms Stad m.fl., 2010 och Svenskt vatten, 2010). Äldre värden bör inte användas eftersom alltmer data kommer in och det förekommer tidstrender i halter. Jämförelsen kan användas för att bedöma åtgärdsbehovet.

Om en recipients ytvattenhalt inte får öka (kvaliteten på vattnet inte försämras) kan det vara mer relevant att ställa som krav eller mål att mängden inte skall öka efter exploatering jämfört med innan. Därmed kan den utloppshalt som mäts eller beräknas (och reningseffekt som behövs) kontrolleras. Utloppshalterna skall avse en årsmedelhalt, inte en maxhalt, eftersom riktvärdena för dagvatten som tagits fram i Sverige avser årsmedelhalter (Riktvärdesgruppen, 2009). Flödesproportionell provtagning i utloppet under en längre period behövs eller så beräknar man fram reningseffekten ur empiriska samband med hänsyn till area- och volymsamband, inloppshalt, reglervolym, växterandel, mm (www.stormtac.com). Att ställa krav på avrinningen från ett intensivt regn med viss varaktighet och återkomsttid (t.ex. 2 år eller 10 år) är orimligt, det går inte att provta/kontrollera och det är svårt att jämföra.

En relativt hög halt kan ge en liten mängd om området är litet och därmed ge en relativt liten belastning på recipienten, jämfört med andra områden med lägre halt men med större yta (se Figur 2). För recipienten är det viktigast att reducera belastning för att recipientens halter skall reduceras tillräckligt mycket, med hänsyn till Vattendirektivet. Om provtagning visar på ovanligt höga halter av något specifikt ämne är spårning av källan och insatser där mer effektivt.

Nedan beskrivs två olika typer av riktlinjer för dagvattenrening, en baserad på halter och en på mängder. Beskrivningen är en sammanfattning av vad som mer utförligt beskrivs i Larm (2011c).

Riktvärden som halter

1. Totala årsmedelhalter (dagvatten+basflöde) i utsläppen beräknas eller mäts med flödesproportionell provtagning.
2. Riktvärden för dagvattenutsläpp tas fram, med hänsyn till typ av område och recipient.
3. Om riktvärdena överskrids för något relevant ämne så beräknas erforderliga reningseffekter för att klara (ej överskrida) riktvärdena.
4. Åtgärder dimensioneras och projekteras för att uppnå erforderlig reningseffekt och därmed halter i utsläppspunkt som är under riktvärdeshalterna.

Riktvärden som mängder

1. Mätdata från recipientens vattenmassa sammanställs.
2. Kriterier i form av halter i sjöns vattenmassa tas fram, t.ex. Vattendirektivets miljö kvalitetsnormer eller de särskilt förorenade ämnena i Naturvårdsverkets rapport nr 5799. Bägge kan behövas eftersom olika ämnen finns med i respektive.
3. Den acceptabla belastningen (kg/år) på recipienten beräknas, åtminstone för de ämnen där uppmätta halter i recipientens vattenmassa överskrider vattenkvalitetskriterierna. Det är den belastning som motsvarar den kritiska halten i sjön och därmed acceptabelt låg risk för negativa effekter på det biologiska livet i recipienten.
4. Total belastning (kg/år) från området beräknas liksom erforderligt reningsbehov för att uppnå acceptabel belastning. Den belastning som behöver reduceras fördelas på delavrinningsområdena. Om reningsbehovet är rimligt så görs en bedömning av rimliga reningsåtgärder.
5. Åtgärder dimensioneras och projekteras för att uppnå områdets reningsbehov (kg/år).

2.3 Aktuella referenser till riktlinjer för dagvattenrening

Larm T. (2011c). Förslag till dagvattenklassning och riktlinjer för rening av dagvatten. PM, Sweco. www.stormtac.com

Riktvärdesgruppen (2009). Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp. Regionplane- och trafikkontoret, Stockholms läns landsting. Februari 2009.

Svenskt Vatten (2010). Förekomst och rening av prioriterade ämnen, metaller och övriga ämnen i dagvatten. Rapport nr 2010-06. Författare: Alm H., Banach A. och Larm T., Sweco.

Stockholms stad, Stockholm Vatten och Sweco (2010). Utredning av föroreningsinnehållet i Stockholms dagvatten. Författare: Larm T. och Pirard J., Sweco.

www.stormtac.com