

PM

2008-12-08

ICUD'08

**Erfarenheter från Dagvattenkonferensen ICUD'08
(International Conference on Urban Drainage) i Edinburgh, 1-5 september 2008, <http://www.icud.org/>**

Inledning

Nedan sammanställs anteckningar från besökta föredrag under konferensen och de ca 100 utvalda (av ca 500) artiklar som därefter studerats mer eller mindre ingående. Syftet är att kortfattat anteckna det mest aktuella inom teknisk utveckling inom områdena dagvatten (kvantitet, kvalitet, rening och utjämning), recipientpåverkan och klimattrenders påverkan på VA-systemet. Hänvisning sker till författarna och undertecknad har artiklarna i pdf-format och kan mailas till den som är intresserad. Utöver dessa anteckningar har data och modeller från artiklarna sammanställts och inarbetats i dagvatten- och recipientmodellen StormTac (www.stormtac.com), t.ex. uppmätta sedimenthalter från dammar, uppmätta halter från motorvägar, reningseffekter från olika typer av anläggningar och andel lösta fraktioner av olika föroreningar. Endast utvalda data presenteras här.

Klimattrender

Svenska och danska trender

Klimatfaktorer har börjat användas för dimensionering av dagvattensystem, man räknar generellt på perioden 2071-2100. Ett 20-årsregn beräknas t.ex. bli ett 4-årsregn. För korta varaktigheter beräknas mer intensiva regn uppkomma och i Europa förväntas regnintensiteten öka som mest i Skandinavien. Generellt beräknas att de extrema regnintensiteterna kommer att öka. Speciellt stor anges ökningen bli för korta varaktigheter och lång återkomsttid (Larsen et al).

SMHI förutspår, utifrån globala klimatmodeller, att regnvolymen kommer att öka med 50% över hela Sverige. Enligt Svenskt Vatten visar klimattrendanalyser på mindre regn under sommaren och mer under höst och vinter i Sverige. Den ökade regnvolymen under vintern beräknas uppgå till 40-50% (Mark et al).

pm02s 2008-04-30

SWECO
Gjörwellsgatan 22
Box 34044, 100 26 Stockholm
Telefon 08-695 60 00
Telefax 08-695 60 10

Thomas Larm
Telefon direkt 08-695 63 08
Mobil 073-412 63 08
thomas.larm@sweco.se

SWECO ENVIRONMENT AB
Org.nr 556346-0327, säte Stockholm
Ingår i SWECO-koncernen
www.sweco.se

LARM
c:\sweco\pm och rapporter_larm\pm erfarenheter icud'08
dagvattenkonferens.doc



Klimatfaktorer har tagits fram i Danmark utifrån danska klimatmodeller. Dessa visar förväntad framtida regnintensitet dividerad med nuvarande regnintensitet. I Danmark beaktas redan följande klimatfaktorer för dimensionering av ledningar för perioden 2071-2100; 1,2 (2-årsregn), 1,3 (10-årsregn) och 1,4 (100-årsregn). Dessa gäller för hela Danmark eftersom inga signifikanta regionala skillnader har påvisats. De gäller också för alla varaktigheter. Klimatfaktorn ökar dock med kortare regnvaraktighet, men inte lika signifikant som med längre återkomsttid (Arnbjerg-Nielsen). I StormTac har dessa faktorer inarbetats som option, med antagandet att dessa även kan gälla för Sverige tills nya mer representativa data arbetats fram. En sannolik komplettering som skall utredas är att högre faktor ges för kortare varaktigheter, i enlighet med både Larsen et al och Arnbjerg-Nielsen. En annan komplettering är att utreda om andra faktorer skall gälla för norra Sverige. Det finns även klimatfaktorer som SMHI tagit fram, för olika regioner i Sverige. Dessa varierar mellan 1,0-1,5. Detta skall utredas vidare och inarbetas i modellen.

Dimensionerande regnintensiteter beräknas öka med 10-50%, beroende på varaktighet och återkomsttid (Arnbjerg-Nielsen).

Trender rapporterade från övriga Europa

Enligt danska klimatmodeller kommer dimensionerande regnintensiteter att öka i Europa med 10-50% inom 100 år. I norra Europa förväntas mer frekventa och intensiva regn.

I England beräknas nederbörden öka med 10-30% fram till 2080, och regnintensiteten med upp till 20% enligt EPA. I Storbritannien bedöms volymer och intensiteter öka med ca 20% till 2085. Torrperioderna mellan regn bedöms öka med upp till 100%, speciellt under sommaren. Förändringar i lufttemperatur och vindar tros komma ändra mängden och karaktären av sediment på avrinningsytor, som är tillgängligt för transport i dagvattenledningar (Ashley et al).

Långa tyska mätserier ingen signifikant ökad trend av flöden, vilket indikerar att det inte behövs några direkta åtgärder för ändrade dimensioneringsmetoder (Verworn et al). Antal regntillfällen och deras varaktighet beräknas öka i, samtidigt som regnens volymer och den årliga nederbörden förblir oförändrade (Staufer).

I Tyrol i Österrike ses ingen ökning i total nederbörd för kortare varaktigheter, men ett ökat antal extrema nederbördstillfällen har observerats under de senaste 10 åren jämfört med tidigare (De Toffol).

Trender från Canada

Trendanalyser i Toronto indikerar att det årliga antalet regntillfällen ökar, liksom årligt avrunnen volym. Regnens medelvaraktighet och torrperiodernas längd mellan regnen ökar. Det finns ingen signifikant trend mot mer extrema regntillfällen. Generellt förutsäger klimatmodeller en ökning av global nederbörd med 3-15% (Cobbina et al).

Nederbörd - avrinning

Initiella regnförluster är normalt 4 ggr större från permeabla än från impermeabla ytor (Ashley et al).

Kvantitet (flöden) och utjämning av flöden

Osäkrast i flödesmodellering är uppskattning av den impermeabla ytan som bidrar till avrinning, vilken kan kalibreras (Kleidorfer et al). Gröna tak ger en kraftig utjämning av toppflöden och årliga medelflöden (Palla et al och Uhl et al).

Provtagning

Mätdata från minst 6 månader behövs för kalibrering resp. validering vid flödesmodellering för att ge tillförlitliga resultat. Mer data och fler utredningar behövs för att ge liknande rekommendationer för vattenkvalitet som för vattenkvantitet (Brum et al).

Kvalitet

30-50 µm är den vanligaste partikelstorleken i dagvatten (Marsalek).

Vägdagvatten innehåller 2×10^4 st E. Coli per 100 ml, takdagvatten har 10 ggr färre bakterier (Clauson-Kaas et al).

Higgins et al har sammanställt uppmätta halter under 2 år av t.ex. BaP och metaller (även lösta fraktioner) från irländska och brittiska motorvägar, liksom reningseffekter av infiltrationsmagasin med makadam, s.k. "french drain" (infört i StormTacs databaser).

Dagvatten från tak med rännor och stuprör i metall kan ge betydligt högre halter av koppar och zink än vägdagvatten, enligt Jensen et al. Detta gäller inte övriga föroreningar. I övrigt ökar föroreningshalten med trafikintensiteten, undantaget för PAH och Cu där högre halter observerats från mindre vägar. Jensen et al redovisade också andelen lösta fraktion av metaller från motor-

vägar i olika länder, införda i StormTacs databas. Partikelstorleksundersökningar visar att >90% av TSS har $d < 30 \mu\text{m}$ och att medelstorleken är 5-10 μm . De studerade också fenomenet "first flush" (störst föroreningsmängd i avrinningens början) och rapporterade att i 2 små urbana områden uppkom ingen first flush; de första 20% av avrinningen innehöll typiskt bara 25-30% av föroreningsmängden. First flush observerades bara under stora och mycket intensiva regn medan den högsta halten för mindre eller mindre intensiva regn typiskt uppträdde senare under avrinningen. De bedömde att anläggningar som bara behandlar first flush sannolikt inte kommer att klara de danska riktvärdena för dagvatten (Jensen et al).

Enligt Crabtree et al visar undersökt mätdata från vägdagvatten att det inte finns några signifikanta samband mellan TSS och metaller eller PAH'er, så att bara mäta TSS och räkna ut andra halter utifrån TSS stöds inte av dessa data. Dessa data visade heller inget samband mellan PAH och trafikintensitet. Högre PAH-halter förekommer dock i kallare regioner.

Reningsanläggningar

Tillsättning av flockningsmedel (polymer) till dammar är en möjlig åtgärd för att öka reningseffekten av TSS (Marsalek). Marsalek et al ser fördelar med att inte leda in hela flödet till en damm utan rekommenderar att brädda förbi toppflödena, men också att brädda förbi basflöden från områden med renare vatten; ett renare basflöde byter ut det smutsigare dammvattnet efter nederbörd och det smutsigare vattnet får därmed kortare tid att sedimentera.

Partiklarnas storleksfördelning i dagvatten behövs för en förbättrad plats-specifik design av dagvattenanläggningar enligt Boogaard och van de Ven.

En våtmark med vertikalt genomflöde (d.v.s. vattnet rinner ner genom ytan till underliggande lager istället för att bara flöda ytligt) och planerad vass (*Phragmites Australis*) reducerade kvävebelastningen effektivt genom skörd av växterna. Växtupptaget var den dominerande reningsprocessen vid höga ammoniumhalter kring 10 mg/l (Scholz et al).

Higgins et al rapporterade om en våtmark med bra avskiljning och data, (införda i StormTac). Vidare håller de nu på att studera vidare olika växters påverkan på reningseffekten genom provtagning i olika växtfack i våtmarken. Kontakt är planerad att tas med Higgins för att utbyta erfarenheter och data.

Permeabel asfalt uppvisade en reningseffekt på 100% (TSS), 30% (P) och 20% (N) (Young et al).

I infiltrationsbäddar rekommenderas geotextiler med porvidd >300 micron (Boogaard). Enligt Collins et al är sandfilter en effektiv åtgärd för kväve-reduktion. Enligt Hunt är infiltration genom gräsytor en effektiv åtgärd för kväveavskiljning. David och Sousa redovisade en ekvation för beräkning av volymen av ett infiltrationsmagasin, den är dock svår att tillämpa direkt eftersom den innehåller två empiriska koefficienter (a och b), vars värden inte angavs i artikeln. I övrigt ingår parametrarna områdesarea, avrinningskoefficient och utflöde i ekvationen (samma som finns i en modell i StormTac för utjämning i infiltrations- eller perkolationsmagasin). Om utloppshydrografen liknas med flödet från ett stort utjämningsmagasin med ett bottenutlopp så har det visats att utjämningsvolymen behöver ökas med 40%. Infiltrationshastigheten kan variera mellan 0,1-10 mm/h (David och Sousa).

Lemmen et al redovisade uppmätta reningseffekter av metaller och näringsämnen i infiltrations-svackdiken, införda i StormTacs databas.

Gröna tak ger betydlig minskning av halterna av NO₃-N (adsorptionen av NO₃-N minskar dock med tiden) och något minskade N-halter, men ökade halter av PO₄-P, P, K och DOC. Mängderna K, PO₄-P och P minskas dock. (Czemiel). Uhl och Schiedt har mätt flöden under 2 år från 18 st gröna-tak-installationer i Tyskland. Årlig avrinningskoefficient blev 0,31 (0,23-0,38), under sommaren 0,24, under vintern 0,51 och under vår och höst 0,38. Funktioner för beräkning av avrinningskoefficienter utifrån takets tjocklek och lutning presenterades. Toppflöden minskades med 50-84% jämfört med vanliga tak. Data är införda i StormTac.

I Köpenhamns hamn bedömde man att en effektiv reduktion av lösta metaller, som är de mest toxiska mot recipienten, inte kan garanteras i dagvattenreningsanläggningar, varmed man tog ett relativt kontroversiellt beslut att leda vägdagvattnet från området till avloppsreningsverk istället. Övrigt renare dagvatten släpps ut direkt till recipienten och krav ställs på att inte använda byggnadsmaterial på t.ex. tak som avger metaller och PAH (Clauson-Kaas et al).

Skötsel av dagvattenreningsanläggningar (dammar m.m.)

Typisk sedimenttillväxt i urbana dagvattendammar är 1,7 (0,2-3,2) cm/år (Heal et al). Kring 1.7 cm TSS/år ackumuleras i dagvattendammar även enligt Marsalek. I Canada tas sediment bort när reningseffekten av TSS minskats med 5% eller när vattenvolymen minskats med 10%. Bägge kriterierna gav samma resultat för en damm i Canada. Erfarenheter av borttagning och omhändertagande av sediment från dammar visar på mycket stora skillnader i kostnader; 20-1000 USD/m³. Årlig sedimentprovtagning rekommenderas. Erfarenhetsmässigt behövs sedimentborttagning efter 5-10 år i fördammar och

efter 15-20 år i huvuddammar. Marsalek et al redovisade ett flödesschema för hur olika sediment skall omhändertas inkl. gränshalter för läckage från omhändertaget sediment (mg/l) (Marsalek et al). Napier et al rekommenderar att vägdagvatten skall passera en försedimenteringsanläggning (svackdike, fördamm eller utjämningsmagasin) före det kommer in i en damm. I försteget kan sedimentborttagning ske lättare. Även Vopicka rekommenderar en fördamm för mer effektiv sedimentborttagning. Detta ger förvisso mer frekvent skötsel p.g.a. sedimentvolymen men sedimenten i fördammen innehåller lägre föroreningshalter än i huvuddammen vilket ger lägre deponeringskostnad. Den lägre halten beror på större andel större partiklar (mest föroreningar binds till mindre partiklar, vilket är vedertaget) och på större ackumulerad volym.

Lemmen et al presenterade skötselanvisningar för infiltrations-svackdiken (införs i Swecos mallar för skötselprogram). Enligt Lemmen ger otillräcklig växt-tillväxt ökad risk för igensättning, för permeabla beläggningar sker igensättning av mellanrummen mellan stenarna vilket ger behov av högtrycksspolning och ersättning av material samt mer frekventa inspektioner.

Recipientpåverkan och riktvärden för rening

TSS är det viktigaste ämnet avseende negativa effekter på vattendrag enligt US EPA (Marsalek).

Jensen et al tillämpade och redovisade danska riktvärden för dagvatten. Riktvärdena används i Köpenhamn och är från en nationell miljölag från 1996. De riktvärdena har studerats i samband med framtagandet av förslag på riktvärden av Dagvattennätverket för Stockholms län (rapporten beräknas vara klar under december 2008).

I Calgary finns krav på 85% reduktion av TSS före utsläpp till vattendrag (Letourneau et al). Irländska riktvärden för rening av dagvatten från motorvägar ger att rening erfordras vid trafikintensiteter > 30 000 fordon/dygn, vid intensiteter > 15 000 fordon/dygn anges att avrinningskvaliteten är relevant för att diskutera åtgärdsbehov (Napier).

Vattendirektivet har 42 prioriterade föroreningar, men nytt antal är under utredning. Riktvärden både i form av årliga medelkoncentrationer (AAC) och maximalt tillåtna koncentrationer (MAC) tillämpas. I Canada används riktvärden för halter i sediment (Gasperi et al).

I England jämförs dagvattenhalter med Vattendirektivets haltkriterier, dvs speciella riktvärden för dagvatten verkar inte användas (Ellis). Ellis planeras att kontaktas för att diskutera varför inte specifika riktvärden för dagvatten har använts.

Dagvattenmodeller

Fong och Bell utredde olika parametrar för transportmodeller som kan beaktas, t.ex. Horton's infiltrationsparametrar f_0 , f_c och K .

I en dynamisk föroreningstransportmodell är den mest känsliga flödesparametern impermeabel area, vilken kan kalibreras för att (fullständigt) kompensera för osäkerheter i indata (Kleidorfer et al och Dotto et al). I mer rurala områden är modellerna mer känsliga för parametrar såsom markens magasineringkapacitet (mm) och markens fältkapacitet (mm), men de är svåra att kalibrera (Dotto et al). En slutsats från dessa artiklar kan vara att avrinningskoefficienten är viktig att bestämma rätt vid urbana områden och ju större andel rurala områden ju viktigare är det att ta med andra parametrar än avrinningskoefficient, vilket gör att modeller såsom STORM och StormTac ger större osäkerhet för mer rurala områden. Det finns ett behov av att utreda vilka andra parametrar som man behöver komplettera med eller så behövs de som finns utredas vidare (t.ex. andel av det som infiltrerar som bidrar till basflöde).

MUSIC är en transportmodell som används mycket i Australien (Dotto et al).

Infoworks CS är en transportmodell som används i Storbritannien (Ashley et al).

STORM är en modell för beräkning av föroreningsbelastning från urbana och rurala områden. Nästan alla typer av reningsanläggningar kan dimensioneras med modellen (Sommer et al).

StormTac är en dagvatten- och recipientmodell som används i Sverige, den inkluderar både transport, utjämning, föroreningsberäkningar, recipientpåverkan och dimensionering av reningsanläggningar. Larm och Hallberg redovisade dimensioneringsmetoder i modellen, för dimensionering av dammar, magasin och våtmarker. Slutsatsen från analyser av data från ett relativt stort antal anläggningar var att metoderna behöver utvecklas för att beakta fler platsspecifika parametrar, särskilt för partikel- och föroreningshalt i inflöde, minsta möjliga halt som kan uppnås med olika metoder (en nyhet som nämns även i andra artiklar), andel växtytor (våtmarksytor) och betydelsen av utjämningsvolymen och strypta utlopp på reningseffekten. Sambanden har inarbetats i StormTac och finns i modellen fr.o.m. version 2008-12, för att framöver testas på fler fallstudier och förbättras med uppdaterad data. Detta bedöms ge viktiga nya förutsättningar för att dimensionera denna typ av dagvattenreningsanläggningar och för utredning om riktvärden klaras eller om kompletterande rening erfordras. Även anläggningar i serie kan modelleras med hänsyn till ändrade halter mellan olika reningssteg. Vid för låga halter in till en damm, enligt beräkning/mätning, kan det exempelvis visa sig att en

damm kanske inte är rätt åtgärd utan att man behöver våtmarker eller komplettering med någon typ av filter för att kunna hantera så låga halter och nå riktvärden för en speciellt känslig recipient. Att det finns en lägsta halt som kan uppnås med eller hanteras av en reningsanläggning påverkar inte bara typen av erforderlig anläggning utan har även betydelse för om riktvärden kan klaras eller inte, och om riktvärdena är rimliga eller inte (Larm och Hallberg).

SWECO Environment
Dagvatten och ytvatten

Kvalitetsgranskning

Thomas Larm

Agata Banach