

Urban infrastruktur för vatten

Janusz Niemczynowicz

Inst för teknisk vattenresurslära, Lunds universitet

Artikeln ger en historisk bakgrund till VA-systemens utformning. Dagens kunnande i teknik och ekologi ger möjlighet till en radikalt annorlunda hantering av vatten i städer.

Bakgrund

Den infrastruktur för vattenhantering som för närvarande existerar i våra städer är ett resultat av en historisk utvecklingsprocess. Under denna process förändrades vår uppfattning om hur infrastrukturen bör utformas och vilka målsättningar den bör tillgodose. Samhälleliga behov samt de tekniska och ekonomiska begränsningarna bestämde under en lång tid infrastrukturens utformning. Först på senare tid har vi börjat förstå att den befintliga infrastrukturen måste tillgodose inte bara de mänskliga behoven utan också skydda och bevara den omkringliggande naturen.

Med vår nuvarande tekniska nivå och dagens målsättningar skulle vi aldrig bygga städer eller dessas infrastrukturer som de ser ut idag. Från dagens perspektiv ser infrastrukturens utveckling ut som en "trial and error process". Urbana vattensystem har utvecklats på ett sätt som oundvikligen lett till att den ekologiska balansen rubbats. Om vi inte förstår denna historia skulle dagens infrastruktur framstå som närmast obegriplig och föga ändamålsenlig. Den globala synen på vatten- och miljöproblem, som krävs för att kunna välja rätt väg i vidare utveckling, kan inte uppnås utan att man förstår hur urbana vattensystem fungerar och hur föroreningar alstras inne i dessa system. *Utän denna förståelse kan miljövårdande åtgärder väljas fel eller felprioriteras.*

Historisk återblick

I tidiga samhällen betraktades alla resurser som självklara gudsgåvor, vatten till alla behov skulle tas ut ur närmaste vattenhål eller flod, allt avfall skulle utan större insatser återgå till de naturliga kretsloppen. Redan på ett tidigt stadium av samhällig utveckling blev det klart att lokala vattenresurser ofta är otillräckliga för att täcka växande behov. Transport- och distributionssystem för bevattnings- och dricksvatten byggdes i form av kanaler eller akvedukter i t ex Mesopotamien och romarriket (Lindh 1983). Redan då noterade man att det förbrukade vattnet kan orsaka estetiska och sanitära problem. Dessa problem ansågs vara enbart av teknisk natur, som enkelt kunde lösas genom att avleda det förorenade vattnet i underjordiska ledningar. Följaktligen hade större romerska städer utmärkta system för avledning av dag- och spillvatten från stadens centrum till närmaste vattendrag. Utspädning av det förbrukade vattnet och deposition av avfall utanför det mänskliga livsreviret ansågs tillfredsställa behoven.

Vidare utveckling av städer under medeltiden medförde ett steg tillbaka: Stadens gator betraktades som naturliga vägar för avledning av det förbrukade vattnet. Sambandet mellan dricksvattenkvalitet och hälsa var inte känt förrän 1854, när John Snow avlägsnade ett handtag från en vattenpump i London och därigenom åstadkom drastisk minskning av antalet kolerafall. Detta var ett genombrott i städernas vattenhanteringsrutiner; man började sörja för god dricksvattenkvalitet, avloppsledningar började byggas i större städer. Från denna tid börjar kurvan, som beskriver den förväntade livslängden hos stadsbefolkningen i europeiska länder, stiga uppåt (Preston & van de Walle 1978).

I Sverige började man redan i slutet av 1700-talet distribuera vatten i ledningar av trä till vattenposter i staden (Svedinger 1989). Ända till mitten av 1800-talet fanns det inga avloppsledningar i städer. Gator, rännstenar och diken tjänade som avlopp. Under senare delen av 1800-talet, när industrialiseringen och stadsbyggandet tog fart i samband med utbyggnad av järnvägsnätet, började bristen på vatten- och avloppssystem orsaka problem. Byggande av vattenförsörjnings- och spillvattensystem ansågs då vara en nödvändig åtgärd för att tillföra vatten till industri och människor samt skydda människornas hälsa. Stadens spillvattensystem som började byggas under 1800-talets senare hälft bestod, i sin tekniskt enklaste form, av ett enda gemensamt rör för alla sorters vatten som alstras i städerna. Detta lade grunden till så kallade kombinerade avloppssystem som existerar i centrala delar av alla äldre städer ända till idag. Dagvatten, som på den tiden ansågs vara rent, kunde obehindrat släppas till recipienterna direkt

eller via den kombinerade ledningen. Man fortsatte att släppa städernas och industrins avfall och spillvatten utan förbehåll ut i naturen. Så varade det till slutet av andra världskriget.

Under senare delen av 40-talet började föroreningsproblem i vattendrag bli betydande, uppbyggnad av reningsverk påbörjades i Sverige (Svedinger 1989). Fortfarande ansågs det att kvalitativa och kvantitativa vattenproblem kunde lösas med endast tekniska medel, på en lokal nivå. Avloppssystem skulle avleda allt vatten från staden, reningsverk skulle rena allt spillvatten. Resterande föroreningar skulle försvinna i vattendragen genom utspädning. Utbyggnad av avloppssystem och kommunala reningsverk fortsatte i allt snabbare takt. Reningsverken blev efterhand mer och mer effektiva. Stora industrier började bygga sina egna reningsverk.

I början av 50-talet ansåg man att de kombinerade ledningssystemen var behäftade med många nackdelar, framförallt bräddningar¹ och "omotiverad" belastning på reningsverk under häftiga regn. Den mest uppenbara lösningen, det vill säga övergång till så kallade separatsystem med en rörledning för spillvatten och en för dagvatten, började användas i mindre städer och i nyare stadsdelar. Sedan mitten av 50-talet byggdes så gott som enbart separerade system. Separering av alla system ställdes som ett önskvärt mål. Snart blev det emellertid klart att separeringen är praktiskt och ekonomiskt oacceptabel. Kostnaderna för ombyggnad av existerande kombinerade system till separatsystem beräknades till 10 miljarder kronor 1971 (VAV 1976). Dessutom går en stor del av det förorenade dagvattnet i ett kombinerat system igenom reningsverk under mindre regntillfällen. Det medför, att efter separeringen skulle den totala belastningen på recipienten snarare öka än minska. Resultat av dessa överväganden är en kompromiss: Tanken på separering av äldre system övergavs men i nybyggda områden byggs enbart separerade system.

Många olösta problem

Trots stora investeringar i reningsverk och ledningssystem finns det fortfarande en rad olösta både kvantitativa och kvalitativa vattenproblem: De existerande spill- och dagvattensystemen blir överbelastade under intensiva regn med översvämningar av gator och källare som följd. Bräddningar från dessa system orsakar stora utsläpp av orenat spillvatten till recipienterna. Industriutsläpp efter rening innehåller stora mängder ofta okända föroreningar. Stora mängder slam från reningsverk orsakar problem med deponering, sopberget växer och läckaget förorenar yt- och grundvatten.

Dagvatten från stadens tätt trafikerade ytor utgör en betydande belastning på recipienterna. Dessutom är det nu klart att det intensiva jordbruket bidrar till förorening av vattendrag, mark och grundvatten. Till råga på allt detta tillkom det "importerade" nedfallet från andra delar av Europa. Ekosystem i floder, i sjöar och sist i haven börjar bli utslagna. Så är det idag. Men nu är det klart att denna "utveckling" inte kan fortsätta.

Två huvudorsaker till misslyckande kan nu skönjas: För det första har man förbiset det faktum att tillförsel av nya element till det naturliga kretsloppet förr eller senare leder till koncentration. För det andra har man inte förstått att byggande av städer med deras täta ytor störde den naturliga vattenbalansen och accelererade avrinningsförlopp vilket medförde de växande problemen av kvantitativ och kvalitativ natur.

Under tidigt 70-tal började man jämföra grundläggande hydrologiska processer på landsbygd och i städer. Det visade sig så småningom att hårdgöring av ytor är den mest betydande ändringen i det hydrologiska kretsloppet. Hårdgöringen orsakar drastisk minskning av markens magasinering förmåga och resulterar i det accelererade avrinningsförloppet. Målet för dimensionering av urbana ytor samt dag- och spillvattensystem har länge varit att så snabbt som möjligt bli av med det förbrukade vattnet från stadens yta. De komplicerade och känsliga avloppssystem som byggdes fungerar rätt endast vid små regntillfällen. När kapaciteten i ledningar överskrids uppstår översvämningar och bräddningar. Detta medför kraftiga, kortvariga impulser av stora flöden som för med sig föroreningar från urbana ytor och från översvämmade kombinerade ledningar, reducerar reningsförmågan i reningsverk och skapar stora föroreningsbelastningar på recipienterna. Därför är utjämning av de urbana flödena under regn och reduktion av dagvattenvolymer en utomordentligt viktig åtgärd.

En snabb takt av utbyggnaden av både vattenförsörjnings- och spillvattennät medförde att drift, underhåll och förnyelse av dessa nät kom i skymundan. Många ledningsnät har uppnått en sådan ålder att en renovering eller omläggning måste ske inom en nära framtid (SNV 1983). Totalt omsluter den kommunala vatten- och avloppsverksamheten nästan 9 miljarder kr per år. Om renoveringsverksamheten skulle pågå i en takt som garanterar förnyelse, skulle denna summa öka med ytterligare ca 200 miljoner årligen. Utvecklingen av nya metoder som leder till reduktion av vattenflöden efter regn samt minskning av vattenvolymer skulle minska behovet av renoveringen av ledningar.

Den infrastruktur som berör vattenhanteringen är redan utformad och total ombyggnad är inte tänkbar, inte minst av ekonomiska orsaker. Nu återstår frågan hur dessa system kan anpassas eller förändras för att till-

fredsställa de ökande miljökraven. Frågor rörande dagvattenhantering är av central betydelse.

Lokalt omhändertagande av dagvatten

När orsakerna till problemen blev klarlagda var det förhållandevis lätt att finna nya tekniska lösningar som ansågs kunna bota de flesta vattenproblem i städerna och rädda recipienterna. Nyckelorden i denna lösning var "fördröjning" och "lokalt omhändertagande", det vill säga tillbaka till den naturliga magasineringsförmågan för att minska flödena och reducera momentan flödes- och föroreningsbelastning. En annan viktig part i lösningen blev så kallade nonstrukturala åtgärder, det vill säga landskapsplanering, utbildning och lagstiftning. Under senare delen av 70-talet formulerades i USA så kallade Best Water Management Practices (BWMP) (Dendrou et al 1978; Poertner 1981). Dessa omfattade tekniska och icke-tekniska lösningar sammankopplade i en genomtänkt och lokalanpassad helhet.

För svenska förhållanden betyder detta att olika anläggningar för lokalt omhändertagande av vatten i form av fördröjnings- och utjämningsmagasin började installeras i städer för att avlasta befintliga avloppssystem, minska toppflöden, reducera bräddningar och skydda reningsverk och recipienter (Stahre 1981; Niemczynowicz & Dahlblom 1983; Niemczynowicz 1988). Många sådana anläggningar utformades som magasin för infiltration av dagvatten. Fördröjningsmagasin i form av tunnlar, rörpaket och dylikt byggdes i större städer (Stahre 1981). I Stockholm byggs för närvarande ett fördröjningsmagasin i form av en 3,5 km lång tunnel med diametern 3,5 m och en total volym av 30.000 m³. Vatten avrinnande från ett 750 ha område i centrala Stockholm skall samlas i tunneln under häftiga regn. Efter regnet skall vattnet pumpas tillbaka till det kombinerade ledningssystemet för att fortsätta till reningsverk. I Malmö har tio öppna och underjordiska fördröjningsmagasin med en total volym av 35.000 m³ konstruerats för att avlasta det kombinerade ledningssystemet på ett område av 25 km². Enligt SNV (1985) har mer än 700 större anläggningar för infiltration av spillvatten konstruerats i Sverige fram till 1983. Flera hundra anläggningar, med en yta mellan 0,5 och 100 ha för infiltration av dagvatten existerar i dag. På senare tid har man i en ökande utsträckning börjat anlägga genomsläpplig beläggning, så kallad enhetsöverbyggnad, på gator, gångbanor, parkeringsplatser och dylikt (Hogland & Niemczynowicz 1986). Omkring 100 000 m² sådana ytor byggs årligen. Under sista femårsperioden har över 70 enhetsöverbyggnadsytor anlagts (Hogland & Wahlman 1989).

Det är intressant att notera att Svensk byggnorm kräver att öppna vattenbassänger djupare än 0,2 m måste skyddas med 0,9 m höga staket på grund av drunkningsrisken (Stahre 1981). Denna föreskrift hämmar möjligheterna att anlägga öppna fördröjningsbassänger i den svenska stadsbilden. Utnyttjande av öppna vattenytor för dubbla syften, dels som fördröjningsmagasin och dels som en öppen damm förhöjande det estetiska värdet av en stadsdel är den mest utbredda metoden av lokalt omhändertagande av dagvatten till exempel i USA.

Policyn av lokalt omhändertagande eller behandling vid källan av föroreningar har brett ut sig och börjat tillämpas vid sophantering i städer och industriutsläpp. Detta har medfört en klar förbättring av situationen i städerna och i den omgivande naturen. Den nu existerande vatten- och miljölagstiftningen samt rådande praxis vid utbyggnad av dagens avloppssystem är delvis ett resultat av ovannämnda policy.

Trots en minskning av de momentana och i viss mån de totala föroreningsutsläppen från urbana områden fortsätter ekologisk påverkan på de mera avlägsna mark- och vattenarealerna. *Föroreningsproblematiken har på nytt flyttats längre bort från städerna*. Eftersom de urbana flödena samspelar med den omkringliggande naturen måste vi nu omvärdera våra tidigare kunskaper och övergå till ett större perspektiv. Detta är svårt, eftersom det kräver att vi överger det "endimensionella" tänkandet och i stället börjar integrera kunskaper från flera kunskapsområden. Den integration av urbana och rurala processer som krävs för att uppnå det mera globala synsättet på förestående hydro-eko-miljö-problem framskrider inte i en önskvärd takt, bland annat på grund av bristande ömsesidig kontakt mellan hydrologer och ekologer, och mellan stadsplanerare och politiker.

Nya tankegångar

Under 80-talet började man inse att även det ovannämnda "Best Water Management Practice" inte löser alla vattenhanteringsproblem i staden och dessutom löser det inte alls de ekologiska problemen utanför staden. Ordet "ekologi" börjar användas mer och mer, även av stadsplanerare och politiker. Vi får hoppas att detta antyder att de slutligen har nått till en förståelse av att staden är ett främmande element i de omkringliggande ekologiska systemen, och att stadens och infrastrukturens funktion måste ses i ett annat framtidsperspektiv.

Eftersom urbana och industriella områden bildar ett bestående inslag i den antropogena² miljön, måste vi lära oss att hantera deras miljöstörande

funktioner parallellt med alla andra regionala aktiviteter. Det är omöjligt att lösa regionala och globala miljöproblem genom att betrakta olika aktiviteter separat. Påverkan från urban utveckling, industriell utbyggnad, jordbruk och skogsbruk i Sverige samt i angränsande länder måste tas med i beräkningen. Eftersom *vatten är en av de viktigaste bärarna av ekologiska störningar* är ett avrinningsområde ett mycket lämpligare objekt att betrakta än t ex administrativa enheter.

På flera platser i världen finns det goda exempel på hur vattenhantering i städer kan ordnas på ett miljövänligt sätt. Flera exempel finns i Sverige. I Malmö pågår idag flera försök med naturlig rening av dagvatten. I det så kallade Stadionprojektet, länkas dagvattnet av från det kombinerade systemet och leds genom en bit av ett återskapat dike som slingrar sig genom vegetationen. Det meandrerande diket har gräsytor längs sidorna där vattnet kan svämma över vid regnväder. På detta sätt skapas en översilningsyta där dagvattnet genomgår en viss naturlig rening (Larsson & Sundahl 1990). En stor naturtrogen våtmark i Toftanäs tar emot dagvatten från ett angränsande område. Våtmarken utjämnar och renar dagvattnet innan det släpps ut i recipienten. I Västerås utnyttjas dagvattnet från takytor till att skapa en naturtrogen bäck mitt i ett bostadsområde. Bäckens och en liten sjö används för utjämnning och rening av dagvattnet. Samtidigt förhöjs det estetiska värdet av gröna områden i bostadskvarteret. Lidingö kommun och dess invånare har en stark känsla för sin ös gröna områden i fråga om ekologisk hänsyn. Man försöker utnyttja gröna områden och ekologiska korridorer för att reducera påverkan av förorenat dagvatten. Begränsningar mot gödsling av åkrarna har införts runt sjön (Nilsson 1989).

En annat exempel på dessa platser där ekologiskt tänkande kanske har framskridit längst är Kanada. Nyutgivna föreskrifter i staten Ontario skisserar en imponerande vision med moderna städer där vattenhanteringen är organiserad så att ingen ekologisk påverkan nedströms staden förekommer (Ontario 1988). Det understryks att integration och samordning av olika aktiviteter måste ske i området; dag- och spillvattenhanteringen måste samordnas med regional fysisk planering. För att uppnå detta bör flera statliga, kommunala och privata enheter samarbeta. Dessutom krävs det multidisciplinärt samarbete: "it also requires that engineers, biologists, hydrologists, planners, economists and sociologists work together to produce more viable and exciting urban developments".

Planering av dessa ekologiskt anpassade vattensystem görs i tre etapper: Först arbetar man på en regional nivå, stora avrinningsområden analyseras för att samordna alla aktiviteter tills alla parter är nöjda (där naturen är en av de viktigaste parterna). Sedan fortsätter analysen på ett mera lokalt

plan där lösningar skisseras i sina ekologiska sammanhang. Sista etappen omfattar detaljplanering med dimensionering och design av enstaka anläggningar. Den viktiga principen som skall råda under hela planeringsprocessen är så kallade "the Blue-Green Concept". Enligt detta koncept skall naturliga vattendrag, vattensamlingar, terrängens topografi, befintlig träd- och buskvegetation samt våtmarker bevaras eller återskapas och inkorporeras i kontinuerliga blå-gröna stråk. Dessa stråk skall samtidigt användas för transport, fördröjning, magasinering, infiltration och rening av dagvattnet. Dessa stråk kan också tänkas att användas för efterrening av det renade spill- och industrivattnet. Belastning på pärlband av små sjöar i blå-gröna stråk beräknas så att biologisk rening av biologiskt nedbrytbara ämnen sker kontinuerligt så att sjöarna kan befinna sig i en ekologisk balans. Konservativa ämnen³ ansamlas på botten varifrån de periodvis skrapas och tas till vidare koncentration, oskadliggörande och deponering eller återanvändning. Belastningen regleras med användning av påsläppskontroll och utjämning nära källan. Blå-gröna stråk förhöjer det estetiska värdet av städer och kan användas till rekreation. En viktig princip som kröner hela idén är att det efter utbyggnad av staden eller stadsdelen, och efter sanering av befintliga städer eller stadsdelar inte skall förekomma någon ändring i den tidigare existerande (pre-urbana) flödessituationen nedströms från det område som skall bebyggas eller åtgärdas. Med andra ord: En stad byggd mitt i ett existerande ekologiskt system skall inte påverka detta system alls och vattenkvantitet och -kvalitet runt omkring skall vara densamma som före utbyggnaden.

Framtiden

Den infrastruktur för vatten som nu existerar i städer skall i framtiden förändras. En del som är konstruerad i stadens centrala delar skall bestå i mer eller mindre oförändrad form under en tid. Denna del skall emellertid styras, och dess funktion optimeras, på ett helt annat sätt än som är brukligt idag. Realtidsstyrning av spill- och dagvattensystem är ett stort forskningsområde med växande intresse och betydelse. Huvudmålet, som ursprungligen var att reducera översvämningar och bräddningar, förändrar sig till att omfatta många olika åtgärder som leder till en minskning av översvämningensriskerna och reduktion av föroreningsutsläpp till recipienterna. Realtidsstyrning av flödet i ledningar kopplas till reningsverkets och fördröjningssystemets funktion, ekologisk påverkan optimeras i ett expertsystem för en integrerad vattenhantering. Sådana system fungerar ännu inte som

en helhet utan endast i vissa delar, men är i de flesta europeiska länder under utveckling.

Andra delar av den existerande infrastrukturen för vatten kommer troligen att försvinna eller totalt förändras. Så t ex, kan vattenvolymer reduceras genom åtgärder vid källan i stället för upprustning och tillbyggnad av åldrande ledningar. Våtmarker, växtfilter och vattendrag kan i växande utsträckning utnyttjas för rening av dagvatten och möjligen också av vissa typer av spillvatten. En ny funktion som krävs av vattenavledningssystem innebär att olika sorters vatten som alstras i staden måste separeras vid källan för att behandlas och avledas på olika sätt.

Man kan utveckla denna idé och låta den gälla även för andra aktiviteter än stadsbyggande samt även för andra föroreningar än vattenburna. Detta är mål som man skall sträva efter.

Noter

1. *Bräddning* – utsläpp av regn- och avloppsvatten från en överbelastad ledning vid enstaka, häftiga regntillfällen.
2. *Antropogen* – utformad av människan.
3. *Konservativa ämnen* – ämnen som inte bryts ner eller fastlägges i det naturliga kretsloppet.

Referenser

- Dendrou, S A, 1978: "Planning Storm Drainage Systems for Urban Growth". *Journal of the Water Res. Planning and Management Div.* November.
- Hogland, W & Wahlman, T, 1988: *Enhetsöverbyggnad efter några års användning*. Institutionen för teknisk vattenresurslära, LTH, Rapport 3117.
- Hogland, W & Niemczynowicz, J, 1986: *The Unit Superstructure – a new construction to prevent groundwater depletion*. IAHS publ. No 156.
- Larsson, T & Sundahl, A C, 1990: *Stationparken – ett projekt om öppen dagvattenavledning*. Examensarbete. Inst för teknisk vattenresurslära, LTH.
- Lindh, G, 1983: *Water and the City*. UNESCO, Paris.
- Niemczynowicz, J & Dahlblom, P, 1983: *Tröga system för fördröjd kvittblivning av dagvatten*. Inst för tekn. vattenresurslära, Lunds Universitet, Rapport 3070.
- Niemczynowicz, J, 1988: *Outcomes of Different Possible Water Management Policies on Water Quality from the City of Lund*, Proceedings, Markham Symposium 88, Toronto, Kanada.

- Nilsson, K, 1989: "Lidingö förebild för ekologisk planering". *Byggforskning* Nr 4, Maj 1989.
- Ontario Ministries of Natural Resources, Environment, Municipal Affairs and Transportation and Communication, Association of Conservation Authorities of Ontario, Municipal Engineering Association, Urban Development Institute, Ontario: "Urban Drainage Design Guidelines", February 1987.
- Poertner, H G, 1981: *Stormwater Runoff Detention*. General report on Second International Conference. Urban Storm Drainage Urbana, Illinois.
- Preston, S H & van de Walle, E, 1978: *Urban French mortality in the nineteen century*. *Population Studies* 32, pp 275–297.
- SNV 1983. Statens Naturvårdsverk, Byggforskningsrådet: *Sanering av avloppssystem – planering och exempel*. Liber, Stockholm.
- SNV 1985. Statens Naturvårdsverk: *Avloppsvatteninfiltration. Förutsättningar, funktion, miljökonsekvenser*. Nordisk samproduktion, ISBN 91-7590-221-4.
- Stahre, P, 1981: *Flödesutjämning i avloppsnät*. Byggforskningsrådet T13.
- Svedinger, B, 1988: *Stadens tekniska infrastruktur*. Byggforskningsrådet T4.
- VAV 1976. *Utjämningsmagasin i avloppsnät*. Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen, publikation VAV P31.

*