

Tätorters sårbarhet vid – idag och i framtiden



Foto: VA Syd

Figur 1. Översvämmad trafikplats på Inre ringvägen i Fosie, Malmö, till följd av överfullt dagvattensystem med dagvatten som sprutar upp ur brunnen och ytvatten som inte kan rinna ned i ledningssystemet. Här finns ett hårt strypt dagvattensmagasin som överbelastas vid kraftiga regn.

Översvämningar i tätorter till följd av extrema regnhändelser är redan idag ett betydande problem vilket inte minst visats av sommarens allvarliga översvämningar runt om i Sverige. Därtill indikerar klimatmodeller att dessa problem kan komma att bli allt vanligare i framtiden. Ledningsnätet och dess kapacitetsbegränsningar spelar naturligtvis en central roll för problemens omfattning, men ofta samverkar flera faktorer, vilket skapar komplexa översvämningförlopp. Genom integrerade modellsystem är det möjligt att beskriva dessa förlopp och ta fram beredskapsplaner och kostnadseffektiva åtgärder för att minimera konsekvenserna av framtida extremer.

extrem väderlek



Erik Mårtensson,
civ ing W, Lo8,
DHI Sverige AB



Lars-Göran Gustafsson,
civ ing V, C87,
Tekn Lic 1995,
DHI Sverige AB



Anders Kiani Janson,
civ ing V, C85,
Kungsbacka
kommun

Sommaren 2011 inträffade ett flertal allvarliga översvämningar i större städer till följd av extrema regn. I Köpenhamn översvämmades tunnelbana och vägar när 150 mm regn föll under mindre än ett dygn. I Göteborg, Mölndal och Kungsbacka drabbades hundratals fastighetsägare av översvämningar och flera vägar stod tidvis under vatten då uppemot 80 mm regn föll under några timmar. Även Norrköping drabbades av översvämningar i en omfattning som saknar historiskt motstycke med över 700 drabbade fastigheter. Malmö drabbades av liknande problem under sommaren 2007 (se exempel i Figur 1) och sommaren 2010. I samtliga dessa fall bedöms regnens återkomsttid vida överskrida 10 år, vilket är dagens dimensioneringspraxis för ledningsnät. Regnet över Göteborg i augusti är ett gott exempel då det bedömts ha en återkomsttid på ca 100 år.

Beredskap

Vid extrema regn, likt de som inträffade sommaren 2011, är det naturligt att ledningsnätets kapacitet inte räcker till. Katastrofen för de drabbade är ett faktum och skadekostnaderna enorma för både privata hushåll och samhället. Att utöka ledningsnätets kapacitet är inte en realistisk lösning för att hantera denna typ av belastning. Istället behövs beredskap och genomtänkt planering för att bättre kunna hantera dessa situationer och minska konsekvenserna. Det behövs en "Plan B" (Ahlman, 2011).

Nämnda inträffade händelser är bevis på att detta behövs redan idag, och behovet kommer sannolikt att öka i framtiden till följd av förutspådda klimatförändringar.

Extremer vanligare i framtiden?

Huruvida de mest extrema regnen blivit vanligare på senare år råder det delade meningar om. En del studier tyder på detta medan andra visar att så inte är fallet. Vad gäl-

ler den framtida förändringen visar resultaten från regionala klimatmodeller att den mest extrema nederbörden kommer att öka med upp till 40 % fram till år 2100. Spridningen i resultaten är dock förhållandevis stor. Redan en mer konservativ bedömning av nederbördsintensitetens ökning i framtiden på ca 20 % ger en fördubbling av sannolikheten för dagens 10-årsregn (Dahlström (2010), Svenskt Vatten publikation P104). De problem som upplevs idag kan alltså komma att inträffa dubbelt så ofta i framtiden. Detta understryker vikten av högre beredskap för dagens extremer som i framtiden förväntas bli mer "normala" händelser.

Dynamisk beskrivning av översvämningsförloppet

För många tätorter i Sverige finns redan idag uppbyggda datormodeller som beskriver anslutnings- och kapacitetsförhållanden för avloppsledningsnäten. Sedan decennier har MOUSE/MIKE URBAN, standardverktyget i Sverige för denna typ av studier, använts för att bedöma ledningsnätets begränsningar och identifiera flaskhalsar. Sällan är dock konsekvenserna av en överbelastning till fullo utredda. Vilka områden som översvämmas och hur länge det varar, samt vilka vägar det översvämmade vattnet tar i terrängen är avgörande kunskap för att vara förberedd och även kunna föreslå åtgärder för att minimera konsekvenserna. Denna typ av beräkningar kräver information om terrängen vad gäller höjddata, markanvändning samt avrinningsdynamik.

Tack vare den nya nationella höjddatamodellen (www.lantmateriet.se) finns höjddata med hög upplösning tillgänglig för stora delar av Sverige. Sådana data är nödvändiga för att kunna bedöma vilka ytor som översvämmas och vattnets transportvägar ovan mark. Vidare är information om markanvändningen tillsammans med beräknade vattendjup och varaktigheter nöd-

FAKTA

Enligt nya plan- och bygglagen (maj 2011) ska hänsyn tas till klimataspekten vid all planläggning.

FAKTA

Sambandet mellan regnets intensitet i (l/s,ha), varaktighet TR (min) och återkomsttid \bar{A} (månader) är enligt Dahlström (2010):

$$i = 190 \cdot \sqrt[3]{\bar{A}} \cdot \frac{\ln(T_R)}{T_R^{0.98}} + 2$$

FAKTA

MIKE URBAN FLOOD

Modellverktyg som integrerar MIKE URBAN, för beskrivning av anslutnings- och kapacitetsförhållanden i ledningar och mindre vattendrag, och MIKE 21, som i sin tur beskriver den tvådimensionella strömningen av vatten på markyta.

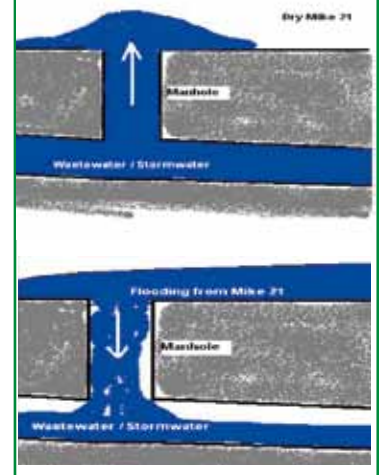




Foto: VA Syd

Figur 2. Exempel från stadsdelen Augustenborg i Malmö, där trög avledning i allmän platsmark arrangerats genom att utnyttja terrängens och markens magasiningsförmåga på ett kontrollerat sätt.

► vändiga underlag för att kunna bedöma skadekostnaderna för olika scenarier. Dessa kostnader skall sedan ställas i relation till kostnader för åtgärder.

MIKE URBAN FLOOD

Genom att integrera en ledningsnätmodell med en tvådimensionell strömningsmodell över terrängen är det möjligt att beskriva var och när ledningsnätet överbelastas och ger marköversvämning, samt hur översvämningen utbreder sig via olika vattenvägar i terrängen. Enklare GIS-analyser och strömningsmodeller ger sällan en rättvis bild av de verkliga förloppen, som ofta är mycket komplexa, både i rum och i tid.

I Figur 3 visas ett exempel från stadsdelen Lindsdal i Kalmar där översvämningförloppet vid ett 100-årsregn beräknats med MIKE URBAN FLOOD, ett verktyg för beskrivning av dynamiken i dessa förlopp. I figuren redovisas maximala vattennivåer. Förutom de transienta nivåförhållandena visar beräkningsresultaten vattnets flödesvägar, instängda områden samt översvämningens varaktighet och utbredning.

Utnyttja de naturliga förutsättningarna

För att minimera konsekvenserna av en översvämning måste de naturliga förutsättningarna i landskapet utnyttjas på bästa sätt; att leda vattnet längs mindre sårbara områden och att utnyttja terrängens och markens

magasiningsförmåga. På så sätt kan avrinningsförloppet dämpas och i vissa fall även minska i volym genom infiltration på lämpliga ytor. Dyliga åtgärder kan också ge positiva effekter på omkringliggande recipienter genom att partiklar och föroreningar avskiljs. I Figur 2 visas exempel på åtgärder som syftar till att styra och fördröja flödet genom trög avledning på allmän platsmark.

Åtgärdsplanering

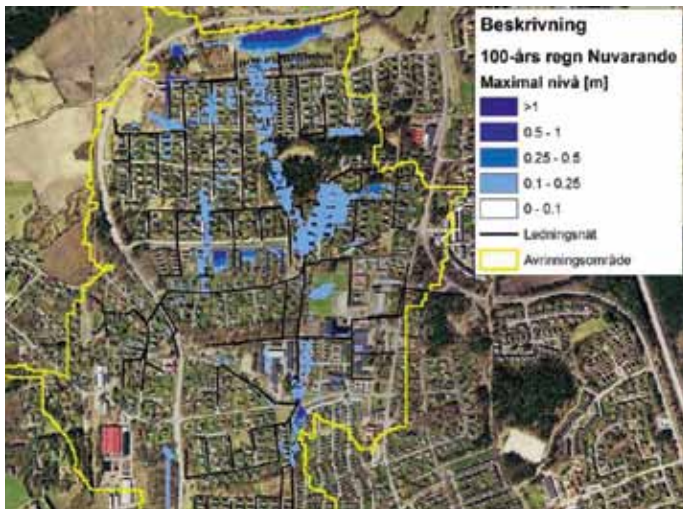
Beroende på översvämningens omfattning kan det vara svårt att helt eliminera konsekvenserna men ofta är det möjligt att radikalt minska den översvämmade ytan och vattennivåer inom sårbara områden och istället låta vattnet ställa sig där det ger minst skada genom att kombinera olika åtgärder. Figur 4 visar samma situation som Figur 3 efter anläggning av kontrollerade översvämningssytor på fem strategiska platser (markerade 1-5 i Figur 4), däribland en fotbollsplan och ett mindre skogsområde, samt en sekundär kanal för styrning av vattnet mot en av ytorna. Åtgärderna ger en tydlig effekt på nivåerna och flera av vattenvägarna i Figur 3 elimineras i princip helt.

Vilka åtgärder som är lämpliga beror på förutsättningarna i det specifika området. Genom att värdera områdets terrängmässiga förutsättningar och känsliga ytor tillsammans med modellering och utvärdering av olika möjliga utformningar och åtgärder fås ett detaljerat beslutsunderlag för vilken/

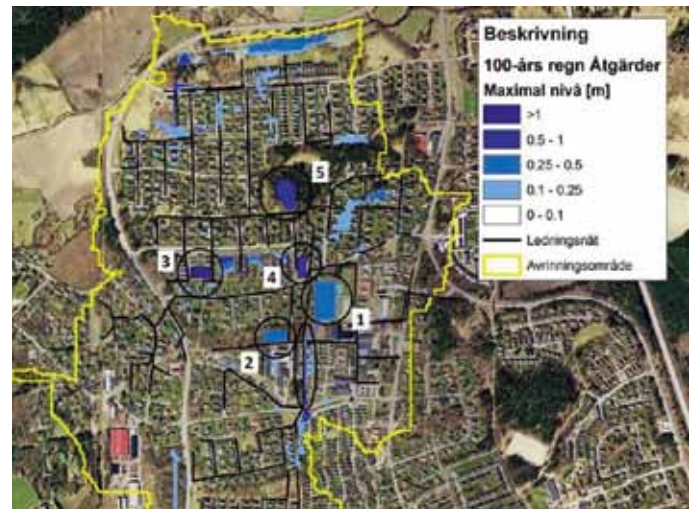
vilka åtgärder som ger mest nytta för pengarna. Särskilt viktig är den här typen av analyser vid ny exploatering då det från början är möjligt att planera bebyggelse med hänsyn till höjdsättning, såsom ytliga vattenvägar, lågpunkter, instängda områden samt översvämningutbredning i det aktuella området.

Översvämningar från vattendrag och hav

Vattnets betydelse, både som livsmedel och transportvägar förklarar varför många städer är anlagda och etablerade i nära anslutning till vattendrag, sjöar eller kustområden. I takt med samhällets och städernas utveckling har just vattennära, ofta låglänta områden, varit attraktiva att exploatera. Detta medför dock en ökad risk och känslighet för översvämning vid förhöjda havsvattenstånd, höga flöden i vattendrag orsakade av extrema regn eller vårflooder i samband med snösmältning. Under dessa förhållanden, som ibland kan pågå under veckor, blir ledningsnätets förmåga att avleda regn över tätorten många gånger kraftigt begränsad. Ett mindre intensivt regn, som under normala omständigheter kan hanteras av ledningsnätet, kan i dessa fall leda till överbelastade ledningarna och översvämning. För tätorter nära ytvatten vars nivåer kan variera mycket vid extrem väderlek krävs därför större omsorg och beredskap där hänsyn måste tas till helhetsbilden, inte bara det tekniska systemets normala kapacitet.



Figur 3. Maximal beräknad översvämningsnivå för stadsdelen Lindsdal i Kalmar vid ett 100-års regn.
(Källa: Svenskt Vatten Utveckling, Rapport Nr 2011-03)



Figur 4. Maximal beräknad översvämningsnivå efter åtgärder för stadsdelen Lindsdal i Kalmar vid ett 100-års regn. Punkt 1-5 visar anlagda översvämningsytor. Jämför med Figur 3.
(Källa: Svenskt Vatten Utveckling, Rapport Nr 2011-03)

Komplexa samspel mellan ytvatten och ledningsnät kräver flexibla modellkoncept

Kungsbacka, som historiskt haft översvämningsproblem till följd av

höga flöden i Kungsbackaån, upplevde under sensommaren 2011 nya översvämningsproblem till följd av häftiga regn. För att studera samspelet mellan höga vattenstånd i

Kungsbackafjorden, höga flöden i Kungsbackaån och kraftiga regn över tätorten, har Kungsbacka kommun låtit DHI sätta upp ett integrerat modellsystem som täcker

Annons 1/2
APS Norway



Foto: Michael Dahlgren

Figur 5. Översvämning i Tivoliparken, Kristianstad till följd av höga nivåer i Helge å.

in alla nämnda delar. Modellsystemet innefattar MIKE URBAN för ledningsnätet, MIKE 21 för terrängen och kustzonen, MIKE 11 för beräkning av nivåer och flöden i Kungsbackaån och MIKE 3 som beräknar havsnivån. Det integrerade systemet används för att beräk-

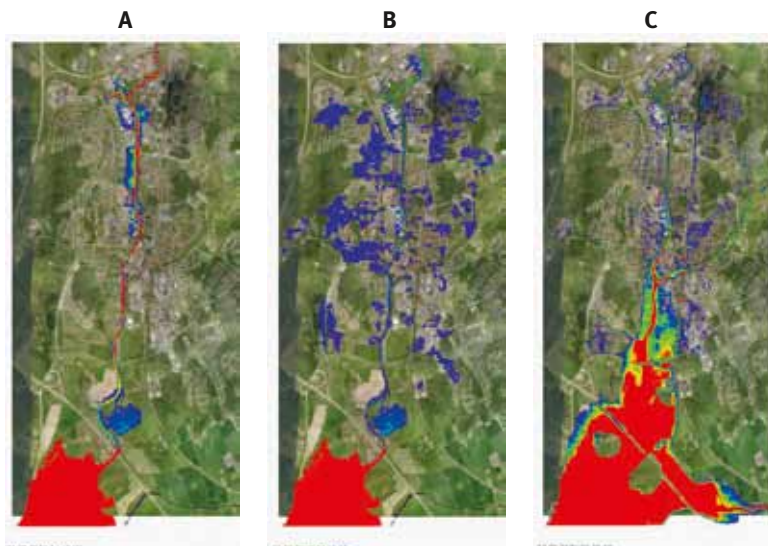
na olika typer av översvämningssituationer enligt exempel i Figur 6.

Klimatförändringars inverkan på hav och vattendrag

Liksom nederbörden bedöms klimatförändringarna även påverka såväl havsnivåer som flöden i vat-

Figur 6. Exempel på beräknad omfattning av översvämning i Kungsbacka vid tre olika extrema händelser efter varandra (färgskalan visar beräknat vattendjup, där röda områden har störst djup).

- A) Ån översvämmas efter att kraftig nederbörd fallit i uppströms liggande avrinningsområde.
 B) Några dagar senare följs detta av ett intensivt regn över tätorten, med överbelastning av ledningsnätet som följd.
 C) Ytterligare några dagar senare stiger nivån i havet och Kungsbackafjorden dramatiskt, med kraftig översvämning av Kungsbackas kustnära områden. Notera att vatten även tränger upp via ledningsnätet i områden som ligger längre från ån.



tendrag. Det finns indikationer på att havsnivån kommer att stiga betydligt mer än vad som redovisas i IPCC AR4 och de senaste studierna pekar på en höjning på minst 1 meter under de kommande 100 åren (Delta Commissie, 2008 och AMAP, 2011). Vad gäller extrema flöden i vattendrag slår förändringarna olika beroende på var i Sverige man befinner sig. För norra Sverige väntas de mest extrema flödena minska medan för större delen av södra Sverige väntas en ökning med 10-30 % till slutet på seklet (Elforsk, 2011).

Översvämningdirektivet

EU-kommission påbörjade arbetet med reglering av översvämningar efter de stora översvämningarna 2002. Arbetet ledde fram till Översvämningdirektivet som offentliggjordes 2007 (2007/60/EG) och implementerades i svensk lag den 26 november 2009 (SFS 2009:956). Syftet är att minska ogynnsamma följder av översvämningar på hälsa, miljö, kulturarv och ekonomisk verksamhet, och omfattar alla typer av översvämningar. Arbetet skall bland annat innefatta att ta fram riskhanteringsplaner med inriktning på förebyggande arbete, skydd och beredskap, vilket inbegriper översvämningsskattningar och system för tidig varning.

Prognossystem

Kungsbacka kommun är en av de förutseende kommuner som nu byggt upp ett prognossystem för översvämningar. Systemet, som bygger på programvaran MIKE

FAKTA

FLOODWATCH är DHIs programvara för att bygga upp prognos- och varningssystem för översvämningar. I Sverige finns systemet installerat i fyra kommuner:

Kungsbacka <http://kungsbackaan.dhigroup.com/>
 Kristianstad <http://floodwatch.kristianstad.se/>
 Växjö, Alvesta <http://gis.vaxjo.se/floodwatch/>

FLOODWATCH, innefattar i dagsläget Kungsbackaån och matas med mätvärden av bland annat regn och nivåer, väderprognoser och nivåprognoser för Kungsbackafjorden, som i sin tur beräknas av en tredimensionell modell för hela Hallandskusten. Systemet levererar 10-dygnsprognoiser för nivåer och flöden i Kungsbackaån två gånger per dygn. Mätvärden och prognoser uppdateras och presenteras automatiskt via en publik hemsida. Systemet har varit i drift under ett drygt år och har under den tiden verkat

som ett hjälpmedel för att i ett tidigt skede få varning om höga nivåer. Systemet kan även fungera som informationskanal till allmänheten. Varningssystemet byggs nu ut för att även inkludera ledningsnätet i Kungsbacka centralort.

Slutsatser

Översvämningar i tätorter är ett påtagligt problem som drabbar både enskilda och samhället i stort med stora ekonomiska konsekvenser – och i vissa fall även med risk för hälsa och liv. Det är svårt att

sia om hur sannolikheten för dessa händelser förändras i framtiden men mycket pekar på att den kommer att öka. För att kunna förebygga och föreslå kostnadseffektiva åtgärder som minskar konsekvenserna krävs kunskap och förståelse för översvämningförloppen. Vi tror att sofistikerade integrerade modellverktyg som kan ta hänsyn till alla omgivningsfaktorer, såsom ledningsnät, terräng och ytvatten, är viktiga för att nå denna kunskap – både för planläggning och tidig varning.

Referenser

- Ahlman, S. (2011): Plan B – hantering av översvämningar i tätorter vid extrema regn. Svenskt Vatten Utveckling, Rapport Nr 2011-03.
- Svenskt Vatten (2011): Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem. Publikation P104.
- Delta Commissie (2008): <http://www.deltacommissie.com/en/advies>.
- AMAP (2011): Snow, water, ice and permafrost in the Arctic. SWIPA 2011, Executive summary.
- Elforsk (2011): Dimensionerande flöden för dammanläggningar för ett klimat i förändring – metodutveckling och scenarier Rapport nr 11:25.

Läs mer på Internet

www.mikebydhi.com
http://vav.griffel.net/filer/Rapport_2011-03.pdf

Författarnas e-post

erik.martensson@dhi.se
lars-goran.gustafsson@dhi.se
anders.jansson@kungsbacka.se

Annons 1/2

Ramböll