

Avløpsmodellering med bruk av gratis programvare.

- eksempler med SWMM 5.0 og fGIS

Av. Bernt Viggo Matheussen og Sveinn T. Thorolfsson

Forfatterne er forskere v/ NTNU/SINTEF og NTNU

Sammendrag

Norske kommuner er nå godt i gang med modellering av avløpsanleggene sine. Primært har man satset på kommersiell programvare for å gjøre dette. Hensikten med denne artikkelen er å vise at det finnes alternative gratis programmer som kan brukes til å gjøre hydrologiske og hydrauliske analyser av et vilkårlig avløpssystem i Norge. En metode for automatisk oppbygging av lednings-, kum- og del-feltsdata presenteres. Disse dataene brukes så i den urbanhydrologiske/hydrauliske modellen SWMM. Metoden baserer seg på bruk av et gratis GIS program som heter fGIS. Noen enkle tekstformaterings programmer brukes også. Alle programmene er gratis tilgjengelig via internett. Risvollan feltet (20 ha) i Trondheim blir brukt som eksempel. Artikkelen avsluttes med en kort diskusjon angående bruk av gratis programvare.

Abstract

The title of this paper is “Modeling urban drainage systems using free software, - examples with SWMM 5.0 and fGIS”. The Norwegian municipalities have in recent years started modelling the urban drainage systems using primarily proprietary software. The purpose of this paper is to illustrate that there exist good free software alternatives for urban drainage modeling, available on the internet. A method for automatic preparation of sub catchments, conduits and junctions for use in SWMM is presented. The method is based on use of the free geographical information system fGIS, in combination with other free text formatting software. The urban catchment Risvollan (20 ha) in Trondheim is used as an example. The paper ends with a general discussion on use of free software.

Innledning

I samarbeid med NORVAR arrangerte Oslo kommune nettverkstreff med tema VA modellering i Oslo den 21-22 oktober 2004. Det var deltakere fra kommunene, privat sektor og forskningsmiljøene i Norge. Nettverkstreffet var meget vellykket og det var mange interessante temaer som ble presentert og diskutert. To av inntrykene fra møtet var at mange kommuner nå er kommet godt i gang med modellering av både vannforsynings- og avløpsnettene sine, og at man primært har valgt å bruke kommersiell programvare til dette, i alle fall innenfor avløpssektoren. Hensikten med denne artikkelen er å vise at det finnes gode "gratis" alternativer til proprietær programvare til bruk innen norsk vann- og avløpsbransje. Dette vil bli vist ved bruk av det geografiske informasjonssystemet (GIS) Forestry-GIS (fGIS) (Brown, 2005), den hydrologiske og hydrauliske avløpsmodellen SWMM (EPA, 2004), i tillegg til noen andre gratis programmer. Programmene vil bli brukt til å sette opp en avløpsmodell for å simulere avrenningen fra Risvollanfeltet (20 ha) i Trondheim. Alle programmene som det henvises til i denne artikkelen er gratis tilgjengelig og kan lastes ned fra internett. Webadresser er gitt i referanse listen. Det bør legges til i denne sammenheng at bruken av fri eller gratis kildekodeprogrammer får stadig større utbredelse (IDC, 2005) og en lang rekke av forskjellige typer programmer er tilgjengelig (operativsystem, tekstbehandling, regneark, nettlesing, kartbehandling, databaser, mm.). Mange av de større program-

systemene har også egne brukerforum og support e-maillister. Nettsidene www.gnu.org, og www.fsf.org, er gode startpunkt for de som ønsker mer informasjon om dette.

Først i denne artikkelen vil vi si litt generelt om avløpsmodellering og hva en avløpsmodell egentlig er for noe. Deretter blir det gitt et kortfattet sammendrag av SWMM og fGIS. Etter dette vil vi illustrere en metodikk for hvordan man kan tilrettelegge lednings-, kum- og delfeltsdata for en hydraulisk og hydrologisk modell for et vilkårlig urbant felt i Norge. I vårt tilfelle er dette Risvollanfeltet i Trondheim. Til slutt blir noen resultater fra hydrologiske og hydrauliske analyser av Risvollanfeltet presentert, samt en kort diskusjon og konklusjon. Det forutsettes at leseren har en viss kjennskap til urbanhydrologisk og hydraulisk modellering.

Hva er en (avløps) modell?

Et system kan regnes som en avgrenset del av den virkelige verden. Et eksempel på et system kan være et vassdrag eller avløpssystem avgrenset av de hydrologiske grensene til feltet (Chow et. al. 1988). En modell er en forenkling av et system fra den virkelige verden. En modell kan også sies å være en forenklet beskrivelse av hvordan ting fungerer eller henger sammen i et virkeligt system.

En urbanhydrologisk/hydraulisk modell består av en matematisk modellstruktur, dvs ligninger som beskriver sammenhenger i systemet i tillegg til inn- og utdata. Inngangsdatabaene kan være systemattributter (ledning, kummer, delfelt, osv),

tidsserier av klimadata (nedbør, lufttemperatur, relativ fuktighet, osv), parameterverdier til bruk i den matematiske modellstrukturen (ruhetskoeffisienter, avrenningskoeffisienter, ol.), startverdier på tilstandsvariable (snødyb, grunnvannsnivå) eller verdier på grensebetingelser (tidevannsnivå, vanddyb). Utgangsdata kan være tidsserier av vannføring, snødyb, vannivå i kummer, ol.

Når man skal bruke en modell til å gjøre beregninger er det hensiktsmessig å programmere et dataprogram for å gjøre beregningene og samtidig håndtere alle inn- og utdata. Manuelle metoder kan også brukes men dette tar ofte lang tid. Selve dataprogrammet er altså ikke en del av modellen! Tid areal metoden kan for eksempel lages i et regneark, men også som et enkeltstående dataprogram med (eller uten) brukergrensesnitt. Dette betyr at når man stiller seg spørsmålet hvilken modell man bruker så må man nansere om det er den matematiske modellstrukturen eller dataprogrammet det stilles spørsmål om. I forskningsverdenen så er det alltid den matematiske modellen det snakkes om. Man skal også være klar over at når et dataprogram kommer i ny versjon så er det som oftest nytt grensesnitt det snakkes om og ikke en ny matematisk formulering. Dette er viktig å forstå. Hvis man kommer i en situasjon hvor en matematisk modell ikke fungerer tilfredsstillende så hjelper det ikke med nytt grensesnitt på selve dataprogrammet. Da må man forske på nye matematiske formuleringer som gjør en bedre jobb en de tidligere brukte ligninger.

Mange hydrologiske og hydrauliske modeller trenger omfattende og komplekse inngangsdata. For å gjøre håndteringen av disse dataene lettere og for å kunne tilrettelegge dem som inngangsdata til bruk i en matematisk simuleringsmodell bruker man ofte støtteprogrammer slik som GIS. Disse programmene eller deres funksjonalitet kan også være programmert i samme program som den matematiske modellstrukturen, men trenger ikke være det.

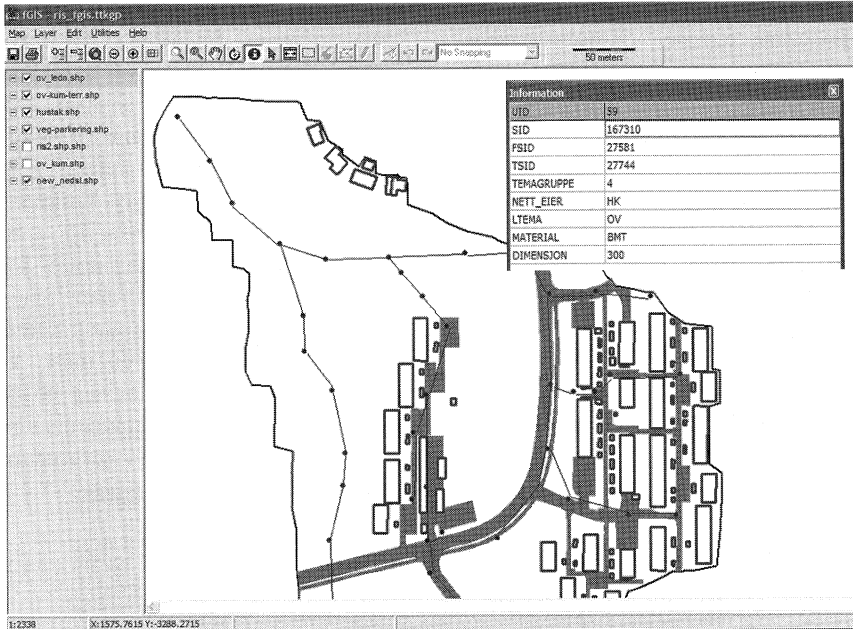
Senere i denne artikkelen skal vi se hvordan et GIS program kan bli brukt for å tilrettelegge inngangsdata til en matematisk modell som bruker et ikke lineært reservoar sammen med St-Venant ligningene til å beregne overvannsavrenningen og vannføringen gjennom et lite avløppssystem i Trondheim. Denne matematiske modellen er programmert inn i et programsystem som kalles SWMM. Dette programmet har også innebygd en del funksjonalitet for å håndtere geografiske systemattributter.

Forestry GIS

Programmet "Forestry GIS (fGIS)" er utviklet ved University of Wisconsin (Brown, 2005), og er et gratis GIS program som kan brukes til forskjellige typer analyser av digitale kartdata. Primært er det satset på funksjonalitet myntet på analyser/redigering av vektordata med lesemuligheter av mange forskjellige filformater (shapefiler, Map Info, ESRI-E00, mm.). Noe støtte for rasterdata tilbys også. Man kan blant annet laste inn JPG, TIF, BMP og andre rasterbilder. I fGIS er de forskjellige data delt inn i lag (layers/themes) slik som

kjent fra annen kommersiell GIS programvare, det er menystyrt og veldig enkelt å bruke. fGIS kan brukes til å lage kartpresentasjoner, gjøre romlige analyser av GIS data og masse annet. Figur 1. viser skjermbildet i fGIS fra arbeidet med Risvollanfeltet i Trondheim. Øverst ser vi menyene og til venstre lagene som kan redigeres og

slås av og på. Man kan også klikke på objekter i de forskjellige lagene for å få informasjon om de enkelte elementene. Den blå dialogboksen (Fig. 1) viser informasjonen til en av ledningene i feltet. I denne artikkelen henvises det til Brown (2005) for mer utfyllende informasjon angående fGIS sin funksjonalitet og virkemåte.



Figur 1 Skjerm bilde av fGIS fra arbeid med Risvollan feltet i Trondheim.

Det bør legges til at på sidene www.freegis.org finnes det en oppdatert oversikt over gratis GIS programvare tilgjengelig på internett. Pr 1. April 2005 var det over 200 henvisninger til forskjellige GIS relaterte programmer. I denne forbindelse bør programmet GRASS (2005) nevnes, som et alternativ for de som trenger et kraftig GIS verktøy. GRASS kommer nå også i Windows versjon og har større innebygd funksjonalitet enn fGIS.

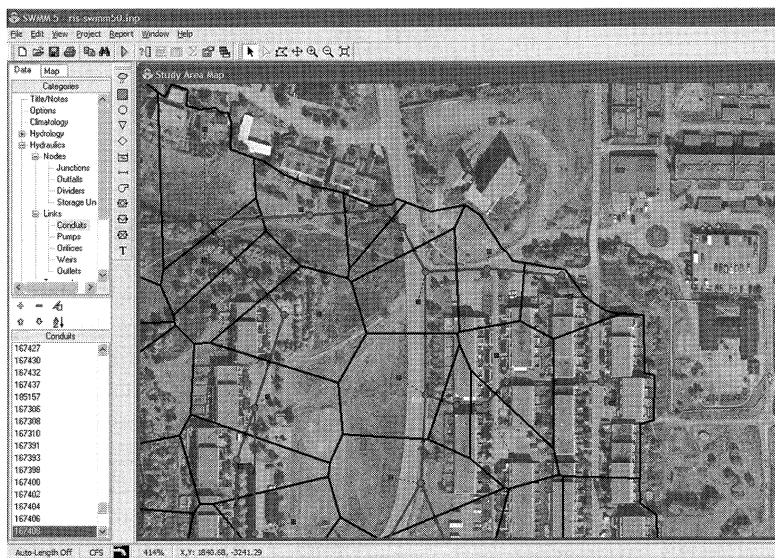
Storm Water Management Model 5.0 (SWMM)

Storm Water Management Model 5.0 (SWMM) (EPA, 2004) er en hydrologisk og hydraulisk simuleringsmodell som kan brukes til å analysere overvanns- og spillvannsavrenningen fra urbane områder. Modellen applikeres typisk ved at man deler et nedbørsfelt inn i mindre områder hvor avrenningen og forurensningsproduksjonen beregnes eller spesifiseres.

Den hydrologiske modellen baserer seg på inndeling i tette og permeable flater hvor fordampning, infiltrasjon, snøsmelting og avrenning beregnes. Man kan også ta hensyn til transport av snø ut av feltet. Den hydrauliske-matematiske modellen bruker deretter simulert eller målt avrenning fra hvert delfelt til å beregne transporten av vann og forurensninger gjennom ledningsnett, pumper, overløp, ventiler, reguleringssystemer, osv. SWMM holder rede på vannkvalitet og vannkvalitets parametere for hvert delfelt og i alle ledninger og kummer. Den hydrauliske regnemotoren kan kjøres med tre versjoner av St-Venant ligningene, hvor den fulldynamiske metoden krever lengst beregningstid. Man kan også spesifisere hydrauliske tap ved inn og utløp av hver kum.

SWMM modellen ble først utviklet i 1971 av U.S. Environmental Protection Agency (EPA) og har gjennom-

gått flere revisjoner og videre utviklinger. Versjon 5.0 ble publisert i desember 2004. Kildekoden for den matematiske modellstrukturen er tilgjengelig på internett. I tillegg finnes det et gratis program (kildekoden ikke tilgjengelig) med grafisk grensesnitt for bruk til oppbygging og presentasjon av modellens systemattributter og visning av hydrologiske og hydrauliske tidsserier. En lettlest og enkel manual for oppbygging av ledningsnett og delfelt følger også med. Det finnes også et brukerforum på internett hvor man kan sende spørsmål og kommentarer til flere tusen brukere i USA og resten av verden. Pr april 2005 har SWMM ikke støtte for direkte import av SOSI eller shape filer med ledninger og kummer. Disse må tilrettelegges på annen måte. Vi skal se senere at dette lar seg ordne enkelt ved bruk av fGIS og noen andre gratis tekstformaterings programmer.



Figur 2 Skjerm bilde av SWMM fra modellering av Risvollan feltet i Trondheim.

Figur 2. viser et skjermbilde av SWMM. Ved hjelp av menyer og knapper kan man enkelt utforme delfelt og ledningsnett. Den nye versjonen av SWMM gir også mulighet for å legge in et bakgrunnsbilde som underlag for tilrettelegging av modellens system attributter. Figur 2 viser et ortofoto gjort tilgjengelig av Trondheim kommune og viser en del av Risvollan feltet. De røde prikkene er kummer og de blå linjene er ledninger (ikke en del av bakgrunnsbildet). De svarte linjene viser grensene til hvert enkelt delfelt. SWMM lagrer all informasjon om systemet som blir modellert i en tekstfil. For enkelthetsskyld skal vi kalle denne filen for **swmm.inp** i resten av denne artikkelen.

swmm.inp er en kolonnedelt tekstfil som inneholder informasjon om starttidspunkt for simulering, lengden på tidsskritt, osv. I tillegg inneholder den åtte seksjoner hvor systemattributtene beskrives. Disse åtte seksjonene kalles Subcatchments, Subareas, Infiltration, Junctions, Conduits, Coordinates, Xsections og Polygons. Figur 3. viser utsnitt av seksjonene subcatchments, junctions, conduits, coordinates and polygons. Disse kolonne baserte seksjonene kan redigeres i et regneark, en teksteditor eller hvilket som helst annet program og kopieres inn i swmm.inp filen. Det er denne metoden vi skal bruke videre i denne artikkelen.

```
[SUBCATCHMENTS]
::
::Name      Reingage      Outlet      Total      Pcnt.      Width      Pcnt.      Curb      Snow
::          :              :           Area      Imperv     :         Slope   Length   Pack
-----
S13903     Gage1             j13903     0.606     30.614    20         0.5      0
S2928     Gage1             j2928      1.057     42.274    20         0.5      0
S13897     Gage1             j13897     0.473     19.208    20         0.5      0

[JUNCTIONS]
::
::Name      Invert      Max.        Init.        Surcharge   Ponded
::          Elev.       Depth      Depth      Depth      Area
-----
j14144     390.00     10          0           0           200
j13892     409.60     10          0           0           200
j13873     402.94     10          0           0           200

[CONDUITS]
::
::Name      Inlet       Outlet      Length      Manning    Inlet       Outlet      Init.
::          Node       Node       :           N          Height     Height     Flow
-----
5          j27472     Out1       400         0.01       0           0           0
167428    j27954     j27867     171.26     0.01       0           0           0
167435    j29174     j27895     82.56      0.01       0           0           0

[COORDINATES]
::
::Node      X-Coord     Y-Coord
-----
j14144     1608.00    -3815.00
j13892     1695.00    -3847.00
Out1       1278.01    -3142.64

[Polygons]
::
::Subcatchment X-Coord     Y-Coord
-----
S13903     1798.60    -3931.30
S13903     1788.90    -3924.70
S13903     1779.60    -3916.30
```

Figur 3 Utsnitt av kolonne delt tekst fil (swmm.inp) som leses av SWMM 5.0

Applikasjon av SWMM til Risvollan feltet i Trondheim

Vi skal nå presentere en metodikk for hvordan vi tilrettela delfelt-, lednings- og kumdata for Risvollan i swmm.inp filen. Et av hovedmålene med metodikken var at vi skulle forsøke å bruke automatiserte metoder mest mulig. Dette er spesielt viktig for store systemer da manuelle metoder blir enormt tidkrevende.

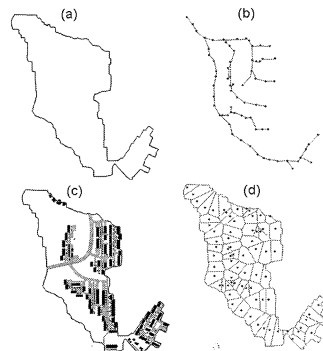
Risvollanfeltet er et 20 ha urbant bolig område i Trondheim. Det bor ca 1500 mennesker der i dag og tett flate andelen er på 26 % (13 % bolighus og 13 % veger og parkeringsplasser). Risvollanfeltet har separate overvanns- og spillvannsledninger og drenerer ned mot Risvollan urbanhydrologiske stasjon (www.urbandrainage.com, Thorolfsson et. al. 2003). Der måles nedbør, lufttemperatur, overvannsavrenning og flere andre klima- og hydrologiske parametere med 2 minutters tidsopløsning.

Feltgrenser og filtrering av ledningsnett

En av de første oppgavene vi måtte gjøre for å applikere SWMM til Risvollan var å finne feltets hydrologiske grenser. Dette ble gjort ved å laste inn rådata av shapefilene av ledninger, kummer og annen infrastruktur i fGIS og deretter tegne manuelt inn de hydrologiske grensene (de fleste kommuner kan levere data i både shape og SOSI formatet). Alle ledninger og kummer på utsiden av feltgrensene ble deretter slettet slik at vi hadde en samling med ledninger og kummer som kunne brukes til å generere system attri-

butter for Risvollan feltet. Feltgrensen for Risvollanfeltet vises i Figur 4. (a).

Da Risvollanfeltet har separat-system hadde vi nå både felleskummer og separate overvanns- (OV) og spillvannskummer i systemet. Det samme for spillvann- og overvannsledninger. Ved å åpne shape tabellene i fGIS kunne vi filtrere og sortere ut overvanns- og spillvann/overvanns (SO) kummer i egne lag. Ved å søke (search-funksjonen) etter bare overvannsledninger og lagre disse (export layer) i et nytt lag ble OV-ledningene identifisert for seg. Vi sto da igjen med OV og SO kummer samt OV ledninger for Risvollanfeltet. Figur 4. (b) viser de sorterte kummene og ledningene for Risvollan feltet. I tillegg til X og Y posisjon til ledninger og kummer inneholdt shapefilene også informasjon om materiale, diameter, tilknyttede kummer, osv. Ved hjelp av fGIS kopierte vi kummenes identifikasjon (ID), X og Y data inn i et regneark og deretter inn i swmm.inp filen. Seksjonen Coordinates som inneholder ID,X,Y for hver kum var da ferdig og inneholdt 71 kummer.



Figur 4 Hydrologiske feltgrenser, kummer, ledninger, veger, hus og delfelt i Risvollan feltet (20 ha) i Trondheim.

Inndeling i delfelt og beregning av areal og tett flateandel

I en urbanhydrologisk modell som SWMM trengte vi å vite tilgrensende areal til hver kum i tillegg til tett flateandel. Dette kunne vi gjort ved å finne hydrologiske grenser mellom hver kum og tegne delfeltene manuelt inn i SWMM programmet. Vi valgte istedenfor å beregne Thiessen¹ (1911) polygoner rundt hver kum og deretter beregne areal og tett flateandel innenfor hvert av Thiessen polygonene. Dette ble ikke helt korrekt men en grei nok tilnærming med tanke på at dette kunne gjøres automatisk. Til beregningen av Thiessen polygonene brukte vi et program som heter Vor2Poly.exe (Matheussen, 2005a). Dette programmet leser inn to tekstfiler som beskriver X og Y til hver kum og nedbørsfeltet til studieområdet (Fig. 4. (a)). For å lage disse filene brukte vi et program som heter shpdump.exe (Shapelib, 2005). Dette programmet konverterer shapefiler til tekstfiler som deretter kan redigeres i et regneark eller i en teksteditor. På denne måten kunne kummenes X,Y og et polygon som beskrev nedbørsfeltet tilrettelegges for bruk i Vor2Poly.exe. Resultatene fra Vor2Poly.exe kunne deretter lastes inn i fGIS. Figur 4. (d) viser kummene, nedbørsfeltet og alle delfeltene til Risvollan.

Etter at delfeltene var beregnet kunne vi bruke polygoner av vegger og hus (Fig. 4. (c)) som inngangsdata til et program som heter CalcImpervious.exe (Matheussen, 2005b).

Dette programmet beregner areal for hvert delfelt og tett flateandel i prosent. Utgangsdata er tekstfiler som kan kopieres direkte inn i **swmm.inp**. Seksjonene Infiltration, subcatchments, subareas, og polygons er utdata fra CalcImpervious.exe.

Formatering av kum og ledningsdata til SWMM input format

Et annet problem når man skal tilrettelegge kumdata for bruk i SWMM er å få høydene på bunn kum riktig. I vårt digitale kartgrunnlag var ikke høydene over havet oppgitt på kummene. For å løse dette brukte vi programmet GetElevation.exe (Matheussen, 2005c) til å hente kumhøyder fra terrengmodellen av Risvollan. GetElevation.exe leser inn X og Y fra kumdataene og henter den nærmeste høyden fra terrengmodellen. Ved å anta at bunn kum lå 3 meter under terrengoverflaten fikk vi estimert høydene for alle kummene. Ledningshelningen blir beregnet i SWMM basert på disse høydene.

Formatering av ledninger til seksjonen Conduit, ble gjort med programmet format_conduit_data.bash (Matheussen, 2005d). Dette programmet baserer seg på CYGWIN (<http://www.cygwin.com/>) pakken som er en samling med programvare som kjøres i et DOS vindu, i tillegg til shpdump.exe (Shapelib, 2005). Med litt klipping og liming hadde vi nå en ferdig swmm.inp fil klar til å lastes inn i SWMM.

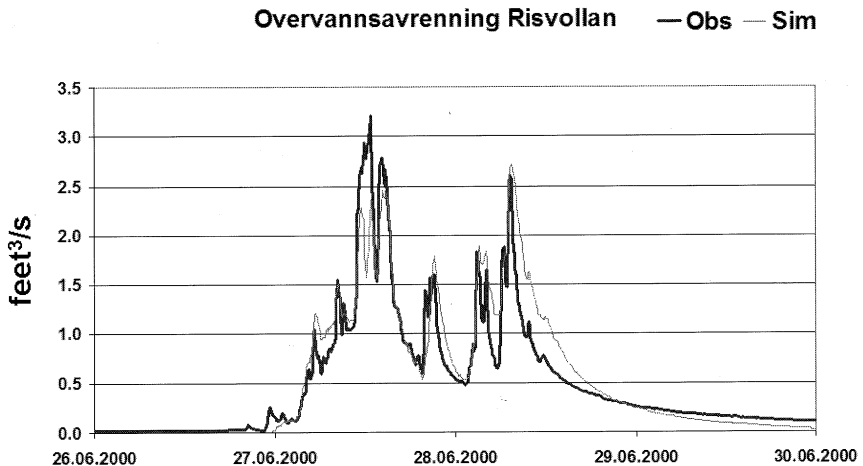
¹ DeBerg et. al. (2000) viser til arbeid av Descartes's "Principia Philosophicae" utgitt i 1644 som den første publikasjonen som omtaler denne typen polygon.

Resultater fra simulering av overvannsavrenning

Etter at delfelt, ledninger og kummer var lagt inn i SWMM kunne vi begynne jobben med å kalibrere modellen. For å spare tid valgte vi å ikke legge så mye arbeid i dette. Bare en kort periode fra juni 2000 ble simulert. For de spesielt interesserte kan det nevnes at det finnes flere forskjellige gratisprogrammer tilgjengelig på nettet som kan brukes til automatisk kalibrering av hydrologiske/hydrauliske modeller. Et godt alternativ er Parameter ESTimation programmet PEST (PEST, 2005). Dessverre kunne vi ikke ta med noe om dette programmet i denne artikkelen.

Figur 5. viser simulert og observert vannføringsdata for Risvollan stasjonen i perioden 26–30 juni 2000. Vi kan se at det er godt samsvar mellom simulert og observert vannføring.

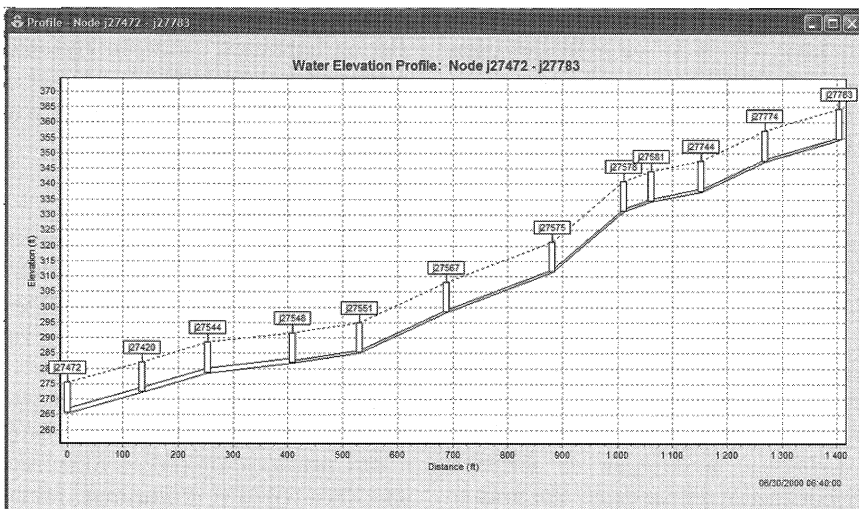
Kvadratet av korrelasjonskoeffisienten beregnet for observert og simulert vannføring ga en verdi på 0.89. Da dette er et rent statistisk mål som ikke gir noen garanti for at modellen oppfører seg slik som ønsket, bør man være edruelig i hvor mye vekt man tillegger dette kriteriet. Et viktig poeng når det gjelder kalibrering er også å være forsiktig med å bruke initialtilstander eller tilstandsvariable direkte eller indirekte som et middel til å oppnå en god kalibrering. Hvis vi hele tiden må lagre vann, eller tappe vann fra et høyt initial nivå i modellen for at den skal virke bra, så bryter vi grunnprinsippene om konservering av massebalanse over tid. En løsning på dette problemet er å kjøre modellen over lange tidsrom, helst flere sesonger, for å hindre at initialverdier påvirker simuleringresultatene.



Figur 5 Simulert og observert overvannsavrenning fra Risvollan feltet i Trondheim.

SWMM tilbyr også muligheter for å plote profiler av ledningsstrek. Man kan og plote og visualisere temporale endringer i vannivå gjennom ledningsnett. Figur 6. viser et ledningsprofil av et delstrek i Risvollanfeltet plottet i SWMM. **NB:** det er lett å bli fasinert av flotte animasjoner som viser vannlinjene gjennom systemet. Dette er ingen garanti for at modellen gjengir virkeligheten noen-

lunde korrekt. Det er bare sammenligninger av simulert vannføring, vannhøyde, snøens vannekvivalent, osv, mot observerte data som kan gi oss informasjon om modellens evne til å gjenskape de virkelige forhold korrekt. Av denne grunn er det derfor meget viktig i modelleringsarbeid å bruke ressurser på målinger og observasjoner.



Figur 6 Ledningsprofil for en del av Risvollan feltet vist i SWMM 5.0

Diskusjon

Vi har vist at ved bruk av gratis programvare kan man gjøre fullverdige hydrologiske og hydrauliske analyser av hvilket som helst avløpssystem i Norge. Ved å kombinere forskjellige typer tekstformateringsprogrammer og fGIS kan det manuelle arbeidet med å bygge opp delfelt, ledninger og kumdata for et vilkårlig felt minimeres. Metodikken baserer seg på automatiserte metoder og kan derfor

applikeres også til større systemer uten nevneverdig større innsats. SWMM – fGIS varianten med dets muligheter for brukersupport via internett må derfor sees på som et meget konkurransedyktig gratis alternativ for avløpsbransjen i Norge.

Bruk av gratis og åpen kildekodeprogrammer har mange fordeler. Åpen kildekode gjør det mulig for alle å sette seg inn i hvordan et program fungerer. I tillegg har man full frihet

til å forbedre og distribuere programmet videre uten noen form for bindinger. Dette fremmer intellektuell og teknologisk utvikling. Når alle har tilgang til kildekoden vil man også unngå monopol situasjoner hvor alle blir tvunget til å bruke det samme proprietære programmet. Rammebetingelsene for fri konkurranse i markedet (konsulent-bransjen) blir da ikke påvirket av hvem som eier et spesielt produkt, men av hvilken kompetanse man på generell basis besitter. For vann- og avløpsbransjen vil dette bety at det er de konsulentene med best kompetanse innenfor hydrologi, hydraulikk, arealplanlegging, osv og som er mest effektive og ryddige som fremelskes. Monopol-situasjoner og copyright rettigheter får mindre betydning. Dette er alle tjent med.

I USA har man valgt å gjøre regnemotoren for SWMM gratis, mens man har overlatt til privat industri og utvikle brukergrensesnitt. Dette skyldes at utviklingen av SWMM modellen sin regnemotor i stor grad er betalt av statlige midler og man har da argumentert (fornuftig) med at det som skattebetalerne har betalt for skal være alle manns eie. Denne tenkningen har mange fordeler. For det første kan utviklerne av nye metoder og matematiske modeller bygge videre på eksisterende teknologi uten å bry seg om copyright begrensninger. For universitetsmiljøene som i likhet med kommunene har begrensede ressurser er dette en stor fordel. En åpen kildekodeløsning vil da også gjøre at ny teknologi blir tilgjengelig gratis så fort den er ferdig utviklet.

Den teknologiske utviklingen kommer da alle til gode uansett ressurstilgang, miljø eller nasjonalitet. En annen fordel med åpen kildekode er at alle kan sjekke at kildekoden faktisk er riktig. Det er ikke uten grunn at alle programvarefirmaer tar forbehold om at det kan være feil i programmene deres. Dersom alle kan sjekke at koden er riktig og dette blir publisert på internett vil kvalitetssikringen av regnemotorene bli bedre. For lesere som er interessert i en lengre filosofisk og fagpolitisk diskusjon angående bruk av åpne kildekodeprogrammer så henvises det til sidene: <http://www.gnu.org/philosophy/>.

Konklusjon

Kombinasjonen SWMM og fGIS er et meget bra "gratis" alternativ til bruk i hydrologiske og hydrauliske analyser for norske kommuner og privat industri.

En metodikk for å tilrettelegge delfelt-, lednings- og kumdata til bruk i den urbanhydrologiske/hydrauliske modellen SWMM er illustrert. Metodikken baserer seg på gratis programvare tilgjengelig via internett.

Åpne kildekodeprogrammer fremmer læring og intellektuell utvikling i tillegg til å hindre programvaremonopoler og begrensende copyright regler. Dette gir frihet til teknologisk utvikling og er til fordel for alle.

Happy SWMMing!

Takk

Takk til Trondheim kommune og Norges Vassdrags og Energidirektorat (NVE) for støtte til drift av Risvollan

urbanhydrologiske stasjon. Takk til Trondheim kommune for tilgang til deres digitale kartdata. Vi vil også takke Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) og Norges Forskningsråd (NFR) for støtte til å drive forskning innenfor temaet overvannsteknologi i kaldt klima.

Referanser

Brown B. (2005)

Forestry GIS (fGIS) Program Copyright 2003-2004 by the University of Wisconsin.

www.digitalgrove.net/fgis.htm

Chow V.T., Maidment D. R., Mays L.W. (1988). Applied Hydrology. McGraw-Hill, Inc.

DeBerg M., Van Kreveld M., Overmars M., Schwarzkopf O. (2000) Computational Geometry, Algorithms and Applications.

Second Edition. ISBN 3-540-65620-0, Springer, 367 pages,

EPA (2004) Environmental Protection Agency. Storm Water Management Model (SWMM) 5.0
<http://www.epa.gov/ednrrmrl/swmm/>

GRASS (2005) Geographic Resource Analysis Support System (GRASS), <http://grass.itc.it>

IDC (2005)

European End-User Survey: 2005 Spending Priorities, Outsourcing, Open Source, and Impact of Compliance., Mar, <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=LC01M>

Norsk kommentar av Harald Brombach,

<http://www.digi.no/php/art.php?id=212358>

Matheussen B.V. (2005a) Vor2Poly.exe, <http://www.ntnu.no/~berntma/vor2poly/vor2poly.htm>

Matheussen B.V. (2005b) CalcImpervious.exe, <http://www.ntnu.no/~berntma/>, freeGIS

Matheussen B.V. (2005c) GetElevation.exe, <http://www.ntnu.no/~berntma/>, freeGIS

Matheussen B.V. (2005d) format_conduit_data.bash, <http://www.ntnu.no/~berntma/>, freeGIS

PEST (2005) Parameter Estimation, <http://www.sspa.com/pest/download.html>

Shapelib (2005), <http://shapelib.maptools.org/>, Website visited April 2005.

Thiessen, A.H. (1911). Precipitation for large areas. Mon. Weath. Rev, 39, 1082-1084.

Thorolfsson, S.T., Matheussen B.V., Frisvold H., Nilsen O., Kristiansen V., Pedersen-Øverleir A. (2003)

Urban Hydrological Data Collection in Cold Climate. Experiences at Risvollan, Trondheim, Norway.

1st International Conference on Urban Drainage and Highway Runoff in Cold Climate.

25-27 March, Riksgransen, Sweden.