

Table 3 Species list with author names of attached algae from the sampling 10-12 September 1986.

CYANOPHYTA	<i>C. cuspidata</i> Kütz.	<i>Gomphonema acuminatum</i> v. <i>brebissonii</i> (Kütz.) Grun.
<i>Tolypothrix distorta</i> f. <i>penicillata</i> (Ag. Koss.	<i>C. cymbiformis</i> Ag.	<i>G. constrictum</i> Ehr.
<i>Chamaesiphon</i> spp.	<i>C. lanceolata</i> (Ag.) Ag.	<i>G. intricatum</i> Kütz.
<i>Nostoc parmelioides</i> Kütz.	<i>C. microcephala</i> Grun.	<i>G. intricatum</i> v. <i>pumila</i> Grun.
CHLOROPHYTA	<i>C. prostrata</i> (Berk.) Grun.	<i>G. longiceps</i> v. <i>subclavata</i> Grun.
<i>Ulothrix zonata</i> (Web. et Mohr) Kütz.	<i>C. proxima</i> Reim.	<i>G. parvulum</i> (Kütz.) Kütz.
<i>Microspora palustris</i> v. <i>minor</i> Wichm.	<i>C. ventricosa</i> Ag.	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rab.
<i>Bulbochaete</i> spp.	<i>Denticula tenuis</i> Kütz.	<i>Navicula radiosa</i> Kütz.
<i>Mougeotia a</i> (Israelson 1949)	<i>Diatoma elongatum</i> (Lyngb.) Ag.	<i>N. pupula</i> Kütz.
BACILLARIOPHYTA	<i>D. elongatum</i> v. <i>tenuis</i> (Ag.) Kütz.	<i>Nitzschia dissipata</i> (Kütz.) Grun.
<i>Achnanthes minutissima</i> v. <i>cryptocephala</i> Kütz.	<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngb.) M. Schmidt	<i>N. linearis</i> W. Smith
<i>Amphipleura pellucida</i> Kütz.	<i>Epithemia argus</i> (Ehr.) Kütz.	<i>N. romana</i> Grun.
<i>Anomoeoneis exilis</i> (Kütz.) Cleve	<i>Eunotia arcus</i> Ehr.	<i>Pinnularia appendiculata</i> (Ag.) Cleve
<i>Ceratoneis arcus</i> v. <i>linearis</i> Holmboe	<i>E. pectinalis</i> (Dillw. Kütz.) Rab.	<i>Rhoplodia gibba</i> (Ehr.) O. Müll
<i>Cocconeis placentula</i> v. <i>euglypta</i> (Ehr.) Grun.	<i>E. pectinalis</i> v. <i>minor</i> (Kütz.) Rab.	<i>Synedra rumpens</i> Kütz.
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.	<i>E. praeurupta</i> Ehr.	<i>S. ulna</i> (Nitz.) Ehr.
<i>C. cesatii</i> (Rab.) Grun.	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	<i>S. ulna</i> v. <i>danica</i> (Kütz.) Grun.
	<i>F. intermedia</i> Grun.	<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz.
	<i>F. construens</i> v. <i>venter</i> (Ehr.) Grun.	<i>T. flocculosa</i> (Roth) Kütz.U.
	<i>Frustulia rhomboides</i> v. <i>saxonica</i> (Rab.)de Toni	

References

- Brittain, J., Lillehammer, A. & R. Bildeng 1984. The impact of a water transfer scheme on the benthic macroinvertebrates of a Norwegian river 189 - 199. - In: Regulated rivers, A. Lillehammer & S.J. Saltveit (eds).
- Charlton, S.E.D. & M. Hickman 1984. Seasonal physical and algal changes in five rivers flowing through the oil sands region of Alberta, Canada. - *Int. Revue ges Hydrobiol.* 69:297 - 332.
- Edler, L. (ed.) 1979. Recommendations for marine biological studies in the Baltic Sea. *Phytoplankton and chlorophyll. - The Baltic marine biologists* 5:1-38.
- Johansson, C. 1980. Attached algal vegetation in two stony streams in NW Jämtland, Sweden. - *Medd. Växtbiol. inst.* 1:1-15.
- Johansson, C. 1980. Attached algal vegetation in some streams from the Narsaq area, South Greenland. - *Acta phytogeogr. suecica.* 68:89-96.
- Johansson, C. 1982. Attached algal vegetation in running waters of Jämtland, Sweden. - *Acta phytogeogr. suecica* 71:1-84.
- Johansson, C. 1983. Namsen vassdraget. Benthiske alger. - Report NIVA 113/83:63-77.
- Kann, E. 1943. Krustenalgen in Alpenbächen. - *Arch. Hydrobiol.* 40: 459-473.
- Kann, E. 1966. Der Algenaufwuchs in einigen Bächen Österreichs. - *Verh. Int. Ver. Limnol.* 16:646-654.
- Kann, E. 1978. Systematik und Ökologie der Algen österreichischer Bergbäche. - *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 53: 405-643.
- Kawecka, B. 1985. Ecological characteristics of sessile algal communities in the Olsyski stream (Tatra mts, Poland) with special consideration of light and temperature. - *Acta Hydrobiol.* 27:299-310.
- Kawecka, B. & J. W. Leo 1985. Diatom communities in some streams of Southern Greenland. - *Acta Hydrobiol.* 27:311-319.
- Müller-Haackel, A. & H-L Håkansson 1978. The diatom-flora of a small stream near Abisko (Swedish Lapland) and its annual periodicity, judged by drift and colonization. - *Arch. Hydrobiol.* 84:199-217.
- Quennerstedt, N. 1965. The major rivers of northern Sweden. - *Acta phytogeogr. suecica* 50:198-204.
- Reiter, M.A. & R.E. Carlsson 1986. Current velocity in streams and the composition of benthic algal mats. - *Can J. Fish. Aquat. Sci.* 43:1156-1162.
- Rier, S. T. and R. J. Stevenson. 2002. Effects of light, dissolved organic carbon, and inorganic nutrients on the relationship between algae and heterotrophic bacteria in stream periphyton. *Hydrobiologia* 489:179-184.
- Round, F.E. 1960. A note on the diatom flora of some springs in Malham Tarn area of Yorkshire. - *Arch. Protistenkunde* 104:515-526.
- Schumacher, G.I. & L.A. Whitford 1965. Respiration and p-32 uptake in various species of freshwater algae as affected by a current. - *J. Phycol.* 1:78-80.
- Sheath, R.G., Havas, M., Hellebust, J.A. & T.C. Hutchinsonson 1982. Effects of long-term natural acidification of the algal communities of tundra ponds at the Smoking hills, N.W.T. Canada. - *Can. J. Botany* 60:58-72.
- Stevenson, R.J. 1983. Effects of current and conditions simulating autogenically changing microhabitats on benthic diatom immigration. - *Ecology* 64:1514-1524.
- Stevenson, R. J. and Y. Pan. 1999. Assessing ecological conditions in rivers and streams with diatoms. In: E. F. Stoermer and J. P. Smol, eds. *The Diatoms: Applications to the Environmental and Earth Sciences.* Pp. 11-40. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Stockner, J.G. & K.R.S. Shortreed 1976. Autotrophic production in Carnation Creek, a coastal rainforest stream on Vancouver Island, British Columbia. - *J. Fish. Res. Board Can.* 33:1553-1563.
- Welsh, P.S. 1952. *Limnology* 538 pp. New York
- Whitford, L.A. 1969. The current effect and growth of freshwater algae. - *Trans. Am. Microscope. Soc.* 79:302-39.
- Whitford, L.A. & G.D. Schumacher 1961. Effect of current on mineral uptake and respiration by freshwater alga. - *Limnol. Oceanogr.* 6:423-425.
- Whitford, L.A. & G.J. Schumacher 1964. Effect of a current on respiration and mineral uptake in *Spirogyra* and *Oedogonium*. - *Ecology* 45:168-170.

Skyfallsmodellering i Fluidit Storm och MIKE+ - En jämförande studie av de två programvarorna

Cloudburst modeling in Fluidit Storm and MIKE - A comparative study of the two software



Frida Wistfors

Hållbar utveckling, miljövetenskap och teknik, Skolan för arkitektur och samhällsbyggnad (ABE), KTH

Sammanfattning

Denna studie presenterar en jämförande analys av skyfallsmodelleringens programmen MIKE+ och Fluidit Storm, med fokus på deras hydrauliska resultat, ekvationer och numeriska lösningar. Båda programvarorna genererar dynamiska skyfallsmodeller, men deras metoder för ytavrinning skiljer sig avsevärt. MIKE+ använder "Shallow Water Equations" där massa och rörelsemängd bevaras, medan Fluidit Storm tillämpar en cellular automata-metod baserad på Mannings och kritiska flödesekvationer. För 1D-flöde använder båda programmen St. Venants ekvationer och ger liknande resultat.

Jämförelsen mellan modellerna gjordes för tre studieområden varav två presenteras i denna artikel. Betydande variationer i vattendjup och hastighetsfördelning noterades, där MIKE+ uppvisade mer koncentrerade hastighetsmönster och snabbare vattenrörelse, medan Fluidit Storm visade på mer utspridda hastigheter och där en större mängd vatten fanns kvar i modellområdet efter simuleringen slut. Studien tyder på att skillnaderna i resultat beror på ekvationerna och de numeriska metoderna de två programvarornas använder.

MIKE+ ger mer fysikaliskt representativa flödesvägar, medan Fluidit Storm kan användas för snabba, dynamiska översvämningsbedömningar med lägre beräkningskostnader. Valet mellan de två programvarorna bör därför baseras på modellens syfte och den önskade nivån av hydraulisk detaljering.

Nyckelord: Skyfallsmodellering, ytavrinning, dagvattenledningsnät, ekvationer och numeriska lösningar

Abstract

This study presents a comparative analysis of the cloudburst modeling software MIKE+ and Fluidit Storm, focusing on their hydraulic results, governing equations and numerical solutions. Both software simulate dynamic cloudburst events, but their approaches to 2D overland flow modeling differ significantly. MIKE+ employs shallow water equations that account for mass and momentum, whereas Fluidit Storm utilizes a cellular automata method based on Manning's and critical flow equations. For 1D pipe flow, both software apply the St. Venant equations, leading to similar results.

The comparison, conducted across three study areas, whereas two are presented in this article, revealed

significant variations in water depth and velocity distribution MIKE+ exhibited more concentrated velocity patterns and faster water movement, whereas Fluidit Storm displayed more dispersed velocities and retained more water. The study suggests that the governing equations and numerical methods primarily drive the discrepancies between the software's results.

The findings indicate that MIKE+ provides more physically representative flow paths, while Fluidit Storm is advantageous for quick, dynamic flood assessments with lower computational costs. The choice between the two software should therefore be based on modeling objectives and the required level of hydraulic detail.

Keywords: Cloudburst modeling, 2D overland flow, storm water network, governing equations and numerical solutions

Introduktion

Vår värld förändras snabbt till följd av klimatförändringar, och ökningen av extrema väderhändelser, såsom skyfall, är en av konsekvenserna. Översvämningar och höga vattenflöden utgör risk för både för människor och jordens ekosystem samt kan orsaka skador på byggnader och infrastruktur (MSB, 2013). Översvämningar till följd av skyfall kan även leda till exempelvis trafikstörningar, produktionsbortfall och brist på vatten och elektricitet. Ett sätt att bättre förstå och förhoppningsvis minska skadorna orsakade av skyfall är att använda sig av skyfallsmodellering (SMHI, 2019). En skyfallsmodell kan identifiera riskutsatta områden och flödesvägar, och på så sätt användas i det förebyggande arbete. Skyfallsmodeller är därför kraftfulla verktyg i stadsplanering, klimatanpassning och beredskapsarbete och det är viktigt att de modeller som används är effektiva och anpassade efter syftet (MSB, 2023).

Denna studie presenterar en jämförande studie mellan två programvaror för skyfallsmodellering: MIKE+ från DHI (Danish Hydrological Institute) och Fluidit Storm från Fluidit. MIKE+ är ett etablerat program för skyfallsmodellering som används frekvent i Sverige, medan Fluidit Storm är nya på marknaden. Marknadsföringsfokus för Fluidit Storm ligger på snabba modellsimuleringar, och eftersom långa simuleringstider är en av svagheterna för skyfallssimuleringar i MIKE+, är det intressant att jämföra modellerna med varandra. Båda programvarorna erbjuder dynamiska skyfallssimuleringar, vilket innebär att effekterna av skyfall kan studeras över tid. Dock skiljer sig ekvationerna och de numeriska lösningarna sig åt mellan programvarorna, vilket gör det

viktigt att jämföra hur dessa skillnader påverkar resultaten. Tre olika studieområden, alla belägna i Sverige, har jämförts. I denna artikel presenteras resultat från två av studieområdena, Bifrost i Göteborg och Nacka i Stockholm.

Studiens frågeställningar som diskuteras i denna artikel är följande:

1. Finns det några skillnader i hydrauliska resultat mellan de två programvarorna, och i så fall, vilka är dessa skillnader?
 - a. Kan dessa möjliga skillnader tillskrivas skillnader i programvarornas ekvationer och numeriska lösningsmetoder?
 2. Finns det situationer där de två programvarorna kan ersätta varandra utan att resultaten påverkas nämnvärt?
- Studien återfinns även publicerad i sin helhet (Wistfors, 2024).

Skilnad i programmets ekvationer och numeriska lösningar

I Fluidit Storm och MIKE+ är det möjligt att modellera både flöde i ledningar och ytavrinning. Ekvationen för endimensionellt flöde i ledningar är lika för de två programmen då St Venants ekvation används i båda programmen. Däremot skiljer sig metodiken för ytavrinningsberäkning sig mellan modellerna. MIKE+ använder "Shallow Water Equations", som härstammar från Navier-Stokes ekvationer. Dessa ekvationer, som syftar till att fysiskt representera flödet, bildar differentialekvationer som beaktar bevarande av massa och rörelsemängd. Differential-ekvationerna löses med hjälp av en Riemann-lösare för att lösa Eulers ekvationer. Fluidit Storm å andra

sidan använder en cellular automata-metod där vattenrörelser bestäms av den volymetriska kapaciteten, eller vikten, hos omgivande celler. Vikten av de omgivande cellerna, "granncellerna", kan beräknas med tre olika metoder inom programvaran, där de viktigaste är Mannings ekvation och kritiska flödets ekvation. För mer detaljerad beskrivning av de två programmets ekvationer och numeriska lösningar hänvisas till den fullständiga rapport som denna artikel är baserad på (Wistfors, 2024).

Metod

Samtliga modeller presenterade i denna artikel har byggts från grunden inom ramen för projektet, förutom MIKE+-modellen i Nacka som har tillhandahållits av Nacka kommun (uppbyggd av Ramboll). Ledningsnätsdata har erhållits från Nacka kommun och övrigt data har hämtats från Scalgo Live och behandlats i GIS och Mike Zero. Regnet som används i modellerna är ett 100-årsregn med 6 timmars varaktighet av typen CDS. Använda höjdmodeller och övriga indata har en upplösning på 1x1 m.

Resultat

Bifrost

För Bifrost har simulering genomförts av både ytavrinningsmodell och kopplad modell (ledningsnät + ytavrinning) i respektive programvara. Resultaten visar det maximala vattendjupsresultatet för respektive programvara, jämförelse av programvarornas vattendjupsresultat för tre tidssteg samt jämförelse av programvarornas vattenhastighetsresultat för tre tidssteg.

Resultaten för det maximala vattendjupet från ytavrinningsmodellerna i respektive programvara presenteras i figur 1 och figur 2. Översvämningarna är koncentrerade till huvudflödesvägar samt till lågt belägna områden. Vid en jämförelse av figur 1 och figur 2 framgår att det maximala vattendjupet generellt är större i Fluidit-modellen jämfört med MIKE+-modellen. Dock förutspår båda programvarorna översvämningar på liknande platser.

En ytterligare jämförelse visas i figur 3, som illustrerar skillnader i vattendjup mellan de två modellerna vid tre tidpunkter. Negativa värden (markerade i lila) indikerar större vattendjup i Fluidit Storm-modellen, medan positiva värden (markerade i grönt) visar större



Figur 1. Maximalt vattendjup i MIKE+ för ytavrinningsmodellen i Bifrost.

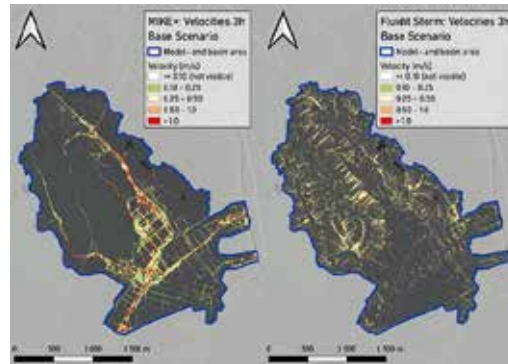


Figur 2. Maximalt vattendjup i Fluidit Storm för ytavrinningsmodellen i Bifrost.

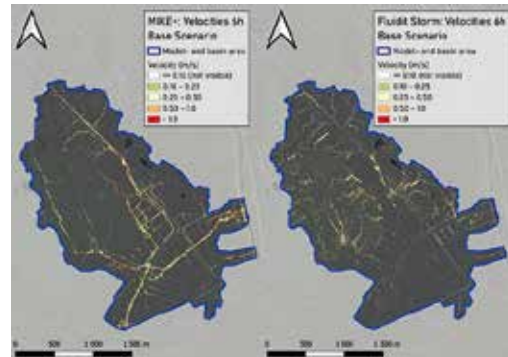
djup i MIKE+-modellen. För den södra delen av modellområdet visar MIKE+-modellen större vattendjup tre timmar in i simuleringen, markerat i grönt i figur 3. Detta område är lågt beläget i modellområdet. Vid samma tidpunkt visar Fluidit Storm-modellen djupare vattendjup i den nordvästra delen, som kännetecknas av högre höjder. Vid sex och tio timmar in i simuleringen genererar Fluidit Storm-modellen större vattendjup i områden där skillnader mellan modellerna finns.

Betydande avvikelser observeras särskilt under den sista tidsperioden längs den södra flödesvägen, markerad med en röd pil i figur 3, där skillnaderna i vattendjup överstiger 1 meter mellan modellerna. Detta indikerar att mer vatten behålls i Fluidit Storm-modellen vid slutet av simuleringen.

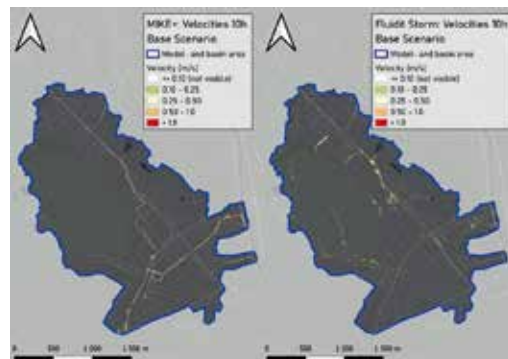
Vid en analys av flödeshastigheter över de tre tidsstegen framträder tydliga skillnader mellan modellerna. Vid den första undersökta tidpunkten, tre timmar



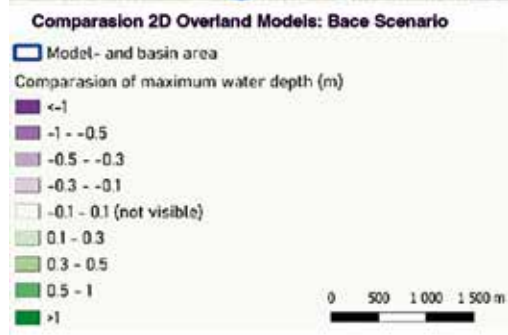
Figur 4. Flödes hastighet för ytavrinningsmodellerna i Bifrost, tre timmar in i simuleringen. Mike+ visas till vänster och Fluidit Storm till höger.



Figur 5. Flödes hastighet för ytavrinningsmodellerna i Bifrost, sex timmar in i simuleringen. Mike+ visas till vänster och Fluidit Storm till höger.



Figur 6. Flödes hastighet för ytavrinningsmodellerna i Bifrost, tio timmar in i simuleringen. Mike+ visas till vänster och Fluidit Storm till höger.



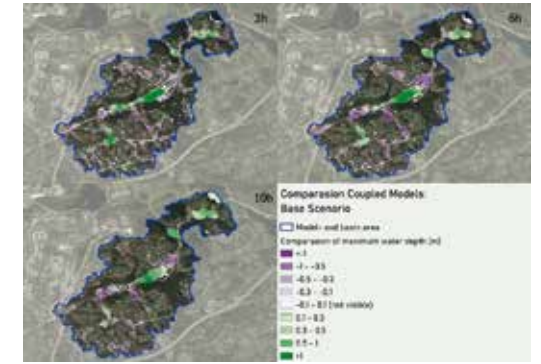
Figur 3. Skillnad i vattendjup för ytavrinningsmodellerna i Bifrost för 3 tidssteg (3, 6 och 10 timmar). Negativa värden (lila) indikerar större vattendjup i Fluidit Storm-modellen, medan positiva värden (grönt) visar större djup i MIKE+-modellen.



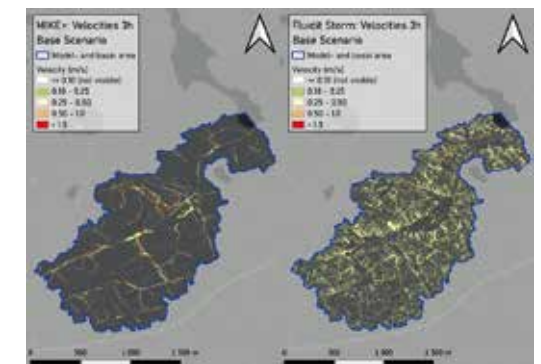
Figur 7. Maximalt vattendjup för kopplad modell i MIKE+ i Nacka.



Figur 8. Maximalt vattendjup för kopplad modell i Fluidit Storm i Nacka.



Figur 9. Skillnad i vattendjup för de kopplade modellerna i Nacka för 3 tidssteg (3, 6 och 10 timmar). Negativa värden (lila) indikerar större vattendjup i Fluidit Storm-modellen, medan positiva värden (grönt) visar större djup i MIKE+-modellen.



Figur 10. Flödes hastighet för de kopplade modellerna i Nacka, tre timmar in i simuleringen. Mike+ visas till vänster och Fluidit Storm till höger.

in i simuleringen (presenterad i figur 4), uppvisar Fluidit Storm en koncentration av flödes hastigheter vid lågpunkterna inom modellområdets högre belägna områden. Detta står i kontrast till MIKE+, där de högsta hastigheterna är koncentrerade till lågt belägna områden. Sex timmar in i simuleringen kvarstår skillnaderna i hastighetsmönster, men hastigheterna minskar i båda modellerna och närmar sig noll på många ytor (figur 5). För både tre- och sex-timmars simuleringarna är hastigheterna generellt högre i MIKE+-modellen jämfört med Fluidit Storm-modellen. Vid slutet av simuleringen kvarstår skillnader i hastighetsmönster, där MIKE+ visar på störst hastigheter längs den lågt belägna södra flödesvägen, medan Fluidit Storm visar på störst hastigheter i de lågt belägna norra områdena, se figur 6.

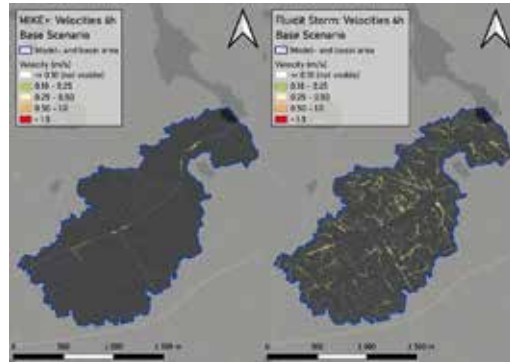
De kopplade modellerna i Bifrost visar på samma

skillnader mellan programvarorna som för ytavrinningsmodellerna som presenteras ovan.

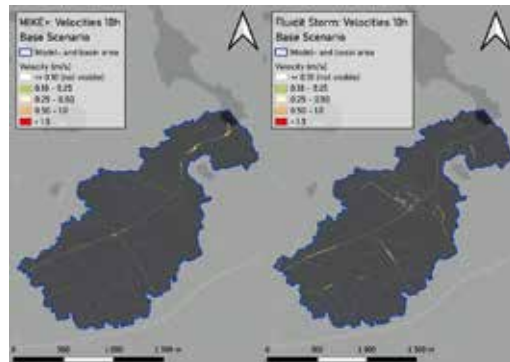
Nacka

För Nacka har simulering genomförts av kopplad modell i respektive programvara. Resultaten visar det maximala vattendjupsresultatet för respektive programvara, jämförelse av programvarornas vattendjupsresultat för tre tidssteg samt jämförelse av programvarornas vattenhastighetsresultat för tre tidssteg.

Resultaten för maximalt vattendjup i Nacka från MIKE+ och Fluidit Storm presenteras i figur 7 och figur 8 nedan. Av figurerna framgår att översvämningens mönster är ungefär liknande, men översvämningen är mer utbredd över hela modellområdet i Fluidit Storm-modellen jämfört med MIKE+-modellen.



Figur 11. Flödes hastighet för de kopplade modellerna i Nacka, sex timmar in i simuleringen. Mike+ visas till vänster och Fluidit Storm till höger.



Figur 12. Flödes hastighet för de kopplade modellerna i Nacka, tio timmar in i simuleringen. Mike+ visas till vänster och Fluidit Storm till höger.

En jämförelse av resultaten för olika tidpunkter presenteras i figur 9. Tre timmar in i simuleringen visar MIKE+-modellen större vattendjup vid större lågpunkter, medan Fluidit Storm-modellen visar större vattendjup vid mindre lågpunkter. Efter sex timmar är skillnaderna i vattendjup liknande dem vid tre timmar, men på platser där Fluidit Storm hade större djup vid tre timmar har skillnaden ökat ytterligare. Under simuleringen överstiger skillnaderna i vattendjup 1 meter på många platser. Vid slutet av simuleringen varierar skillnaderna i vattendjup generellt mellan 0,5 och 1 meter.

Figur 10 till figur 12 visar en jämförande analys av flödes hastigheter mellan de två modellerna för tre tidpunkter. Vid den första tidpunkten, tre timmar in i simuleringen, syns tydliga skillnader i hastighetsmönster. I MIKE+-modellen koncentreras flödet till

hårdgjorda ytor och följer landskapets naturliga lågpunkter, se figur 10. Fluidit Storm-modellen visar ett mer utspritt hastighetsmönster, med hastigheter över både hårdgjorda och icke-hårdgjorda ytor, samt vid högre höjder i terrängen.

När simuleringen fortskrider till sex timmar börjar Fluidit Storm-modellens hastighetsmönster likna MIKE+-modellens vid tre timmar, med störst flöden på hårdgjorda ytor och lågt belägna flödesvägar, se figur 11. I MIKE+-modellen koncentreras hastigheterna alltmer till landskapets lägsta punkter, vilket sammanfaller med områden med störst vattendjup. Noterbart är att hastigheterna i båda modellerna minskar jämfört med tidigare tidpunkt.

Vid slutet av simuleringen syns tydliga skillnader i hastighetsfördelning. I MIKE+-modellen observeras högre hastigheter främst i den norra delen av modellområdet, där vattnet lämnar modellen, se figur 12. Fluidit Storm-modellen uppvisar en mer jämnt fördelad hastighetsdistribution, med högre hastigheter koncentrerade till ogenomträngliga vägytor i hela modellområdet. Dock är hastighetsmönstren vid denna sista tidpunkt de mest lika mellan modellerna.

Diskussion och slutsats

Denna studie visar på stora skillnader i de hydrauliska resultaten vid jämförelse av både ytavrinningsmodeller och kopplade modeller. För ytavrinningsmodellerna i studieområdet Bifrost observerades att vatten i MIKE+-modellen når lågt belägna platser snabbare än i Fluidit-modellen. Dessutom visade Fluidit Storm-modellen under simuleringens tidiga skeden ett mer spritt hastighetsmönster, medan MIKE+ visade ett mer koncentrerat hastighetsmönster. Vid simuleringens slut fanns det mer vatten kvar i Fluidit Storm-modellen jämfört med MIKE+-modellen.

Studiens slutsats är att skillnaderna i de hydrauliska resultaten i Bifrost studieområde orsakas av skillnader i ekvationerna för ytavrinning. Inkluderingen av bevarande av massa och rörelsemängd i MIKE+ resulterar i högre hastigheter när vattnet rör sig över ojämna ytor. I kontrast är Fluidit Storms vattenrörelse beroende av vattendjupet i den centrala cellen och dess grannceller. Om vattendjupet i den centrala cellen är litet eller om skillnaderna mellan cellerna är

minimala, minskar hastigheterna. Vid jämförelse av resultaten för de kopplade modellerna från samma studieområde, Bifrost, uppträdde liknande hydrauliska resultat som för ytavrinningsmodellerna.

Den kopplade modellen i Nacka visade inte samma på skillnader i vattendjupsresultat mellan programmen som för Bifrost. Vid alla tidpunkter i Nacka hade större lågpunkter större vattendjup i MIKE+, medan mindre lågpunkter hade större djup i Fluidit Storm. Detta kan förklaras med att den stora variationen i höjdmodellen i Nacka påverkar ytavrinningen, vilket leder till skillnader mellan modellernas resultat. De ekvationer som används i Fluidit Storm kan ha svårigheter att hantera dessa höjdskillnader, medan ekvationerna i MIKE+, som beaktar bevarande av massa och rörelsemängd, mer effektivt kan hantera dessa förändringar. Detta resulterar i sin tur i större vattendjup i större lågpunkter i MIKE+-modellen. Hastighetsresultaten var dock liknande dem i Bifrost studieområde, med spridda hastigheter i Fluidit Storm och mer koncentrerade hastigheter i MIKE+.

Båda programvarorna ger en liknande rumslig fördelning av översvämningar, men vattendjup och hastighetsresultat varierade avsevärt mellan programmen. Skillnaderna i hydrauliska resultat i alla undersökta modeller antas orsakas av skillnader i ekvationerna och de numeriska lösningarna för ytavrinning som används av respektive program. Detta stärks främst av att studieområdet i Bifrost visar små resultatskillnader när ytavrinningsmodellerna jämförs med de kopplade modellerna samt av att 1D-beräkningen i programmen använder samma ekvationer.

Båda programmen producerar liknande resultat i termer av de ungefärliga platserna för översvämningsområden. Dessutom ger båda modellerna dynamiska resultat. Dock skiljer de sig åt i att förutsäga flödesvägar och vattendjup. MIKE+, som är mer omfattande och beaktar fler fysiska parametrar, antas vara mer lämpligt för att undersöka flödesvägar. Komplexiteten i MIKE+’s flödesekvationer medför dock högre beräkningskostnader. Fluidit Storm, med sin lägre beräkningskostnad och snabbare uppsättningsprocess, är mer lämpligt för scenarier som kräver en snabb, dynamisk översikt av översvämningar. Utan observerade data är det dock svårt att avgöra vilken modell som ger de mest exakta resultaten för vattendjup. Det är viktigt att komma ihåg att modeller bara är modeller, och att olika modeller är mer eller mindre lämpade för olika situationer. Att förstå modellens specifika syfte är avgörande för att välja den bästa för ett givet scenario.

Referenser

- MSB, 2013. Pluviala översvämningar – Konsekvenser vid skyfall över tätorter, Göteborg & Lund: MSB.
- MSB, 2023. Metod för skyfallskartering av tätorter, Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB).
- SMHI, 2019. Skyfallskartering visar på sårbara platser, fördjupning. [Online] Tillgänglig på: <https://www.smhi.se/klimat/klimatanpassa-samhallet/exempel-pa-klimatanpassning/skyfallskartering-visar-pa-sarbara-platser-fordjupning-1.136156> [Hämtad 25 Mars 2024].
- Wistfors, 2024. Cloudburst modeling in Fluidit Storm and MIKE+: A comparative study of the two software, Stockholm: KTH. Tillgänglig på: <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn%3Anbn%3Ase%3Akh%3Adiva-348200>