

GIS finner flomveiene

Av Rune Bratlie

Rune Bratlie er ansatt i Nedre Eiker kommune.

Innlegg på fagtreff i Norsk vannforening 29. april 2013.

Bakgrunn

Det er forventet at pågående klimaendringer vil medføre hyppigere og mer intense nedbørshendelser¹. Dette dokumentet viser en relativt enkel metode for beregning av flomveier på eiendomsnivå ved hjelp av åpen kildekode. Metoden forutsetter tilstrekkelig nedbør til at flomvannet renner fritt oppå terrenget, eller at eksisterende overvannsnett er satt ut av drift som følge av tilstopping eller sabotasje. Metoden kan benyttes til detaljerte risikovurderinger og håndtering av overvann i arealplaner og byggesaker.

Definisjoner

Med lavbrekk menes her den laveste passasjen i terrenget. Fritt rennende vann vil alltid følge lavbrekkene. Ettersom et terreng kan representeres ved en digital terrengmodell vil lavbrekksberegninger i modellen kunne avdekke potensielle flomveier ved ekstrem nedbør.

Når man beveger seg nedover et lavbrekk vil bakenforliggende areal akkumuleres fortløpende. Ved å beregne dette arealet, vi kaller det akkumulerte tilrenningsareal, vil en kunne finne størrelsen på arealet som leder vann mot for eksempel en bygning.

Med rute menes en piksel i en raster terrengmodell (DTM²). En rute kan være omgitt av maksimalt åtte naboruter.

Flomveiskart er benyttet som navn på lav-

brekkskart hvor hver rute er kodet med akkumulert tilrenningsareal.

Metode

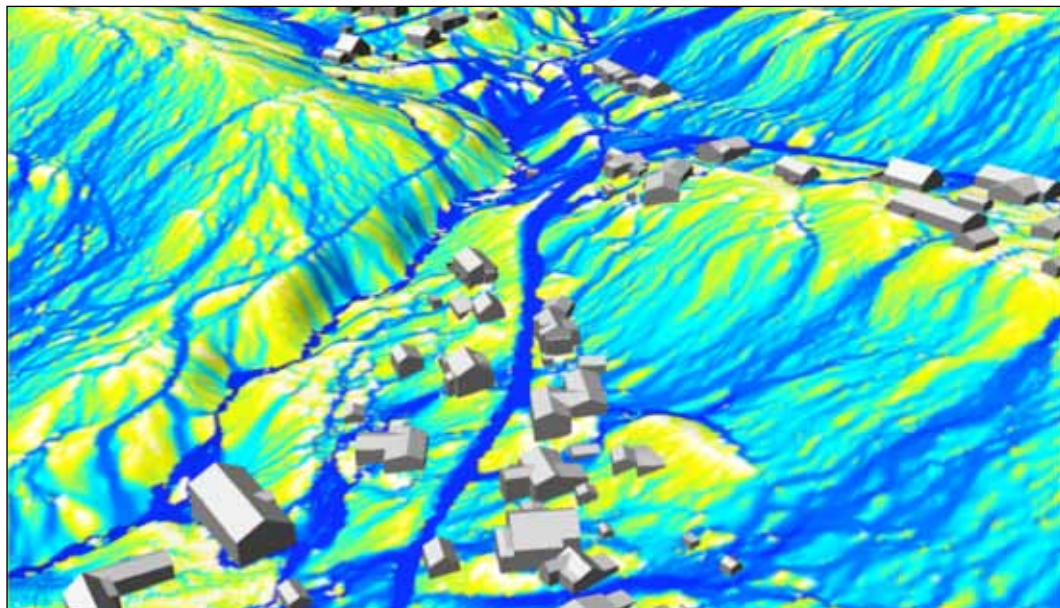
Flomveiskart kan beregnes i kraftige GIS-verktøy med funksjonalitet for rasteralgebra. Beregninger og 2D-presentasjonene nedenfor er foretatt i Geographic Resources Analysis Support System, GRASS³. 3D-presentasjonene er laget i xFactor+ fra First Interactive⁴.

Beregning av flomveier kan foretas på *landskapsnivå* i DTM10 fra Norge digitalt⁵. Ønskes beregninger på *eiendomsnivå*, bør en benytte mer detaljerte terrengmodeller. I Nedre Eiker kommune benyttes en kommunedekkende terrengmodell med oppløsning 1x1 meter⁶. Denne er bygget opp gjennom fem trinn ved å kombinere laser- og FKB-data⁷ på følgende måte:

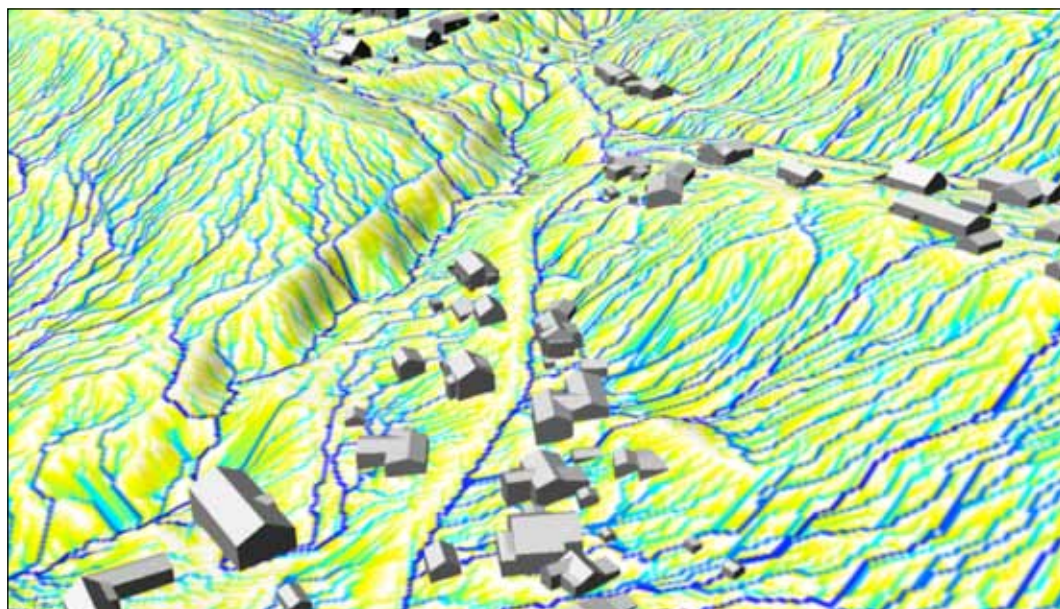
1. Det er lagt et rutenett på 1x1m over hele kommunen
2. Gjennomsnittlig høyde er beregnet for samtlige sistepulser innenfor hver rute
3. I innsjøer er høyden hentet fra FKB-vann
4. Gjenværende hull er tettet med interpolerte høydeverdier
5. I Drammenselva er middelvannstanden beregnet som en lineær funksjon gjennom høydene 1,0 m og 0,0 m ved henholdsvis Hokksund og Drammen grense. Dette gir tilnærmet riktig normalvannstand i elva, samtidig som flommodellene er sikret kontinuerlig fall gjennom kommunen.

Beregning av flomveier krever relativt mye maskinminne. For å bøte på dette kan det være hensiktsmessig å bryte opp terrengmodellen i nedbørfelt, og deretter kjøre beregningene felt for felt⁸. En middels kraftig kontor-pc vil trenge 5 – 10 minutter til å beregne flomveiskart for et nedbørfelt på 50 000 dekar i oppløsning 1x1 m.

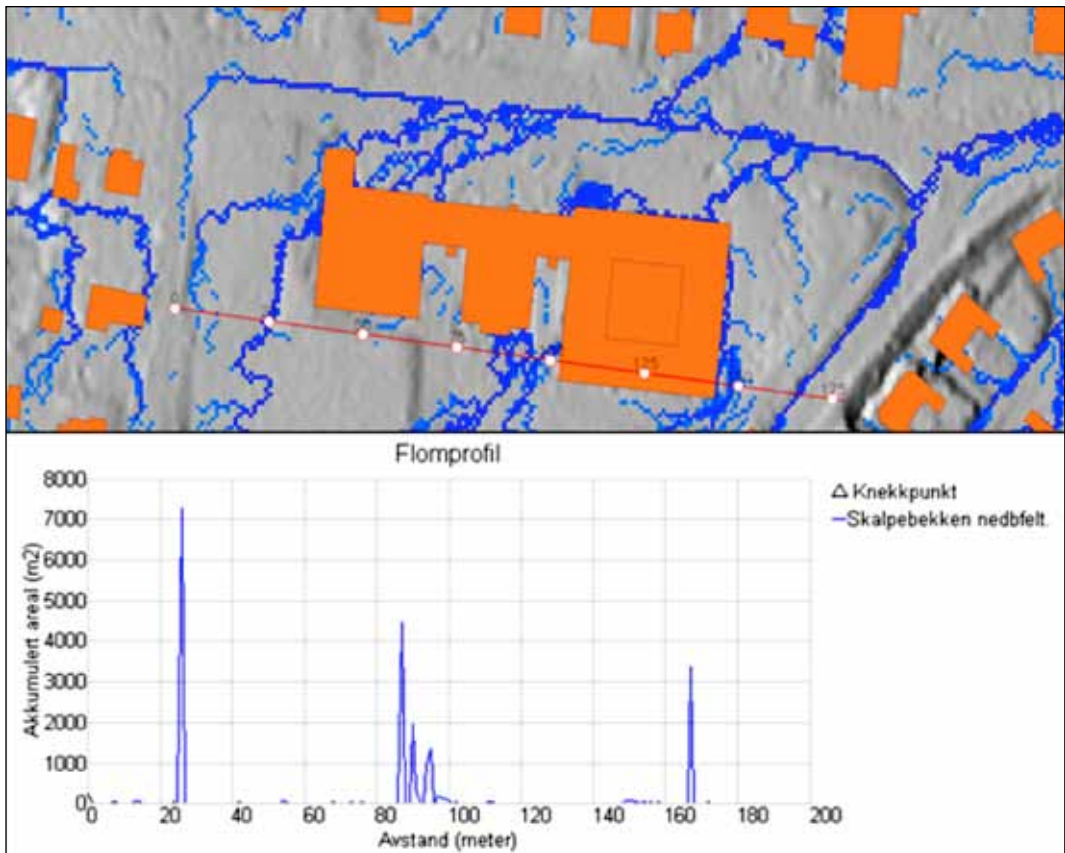
Det eksisterer ulike algoritmer for beregning av flomveier. I noen verktøy beregnes flomretningen som et kontinuerlig desimaltall⁹. Dette gir mest realistiske flomveier i flate, menneskeskapte områder. I andre verktøy begrenses flomveiene til 8 himmelretninger. Dette gjør det mulig å beregne betydelig større arealer ad gangen¹⁰,



Figur1. Flomveier akkumulert fra hver rute til alle lavereliggende naboruter.



Figur2. Flomveier akkumulert fra hver rute til den lavest beliggende naboruten.



Figur 3. Profilering i flomveiskartet. Kartet viser hvor overflatevann vil treffe bygningen ved ekstrem nedbør. Profilen viser hvor stort areal som leder vann inn mot bygningen. Frida førte til at deler av skolebygningen i dag er avstengt og planlegges erstattet av en brakkerigg over en 10-årsperiode. Dette kunne trolig vært unngått ved å ta i bruk flomveiskart under prosjekteringen.

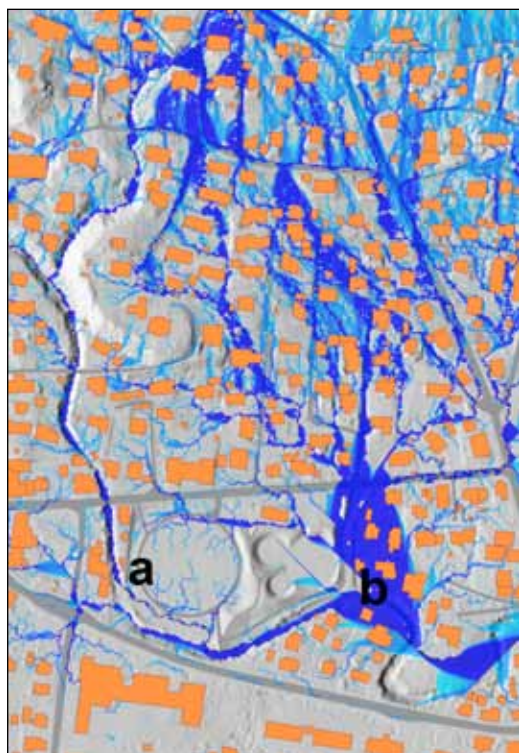
men påliteligheten blir redusert i flatt terreng. Videre kan flomveiene beregnes slik at vannet «flyter» over i to eller flere lavereliggende ruter, figur 1, eller kun til den laveste av naborutene, figur 2. I begge figurene er akkumulert tilrenningsareal representert ved rutens farge. Dess sterkere blåfarge en rute har, dess større oppstrøms areal leder vann inn mot ruten.

Figur 3 viser ikke bare hvor vannet vil treffe bygningen, men også hvor stort tilrenningsareal som ligger bak de ulike vannstrengene. Ved å multiplisere disse arealene med ønsket nedbør per time vil en kunne anslå omtrent hvor stor vannføring som må håndteres.

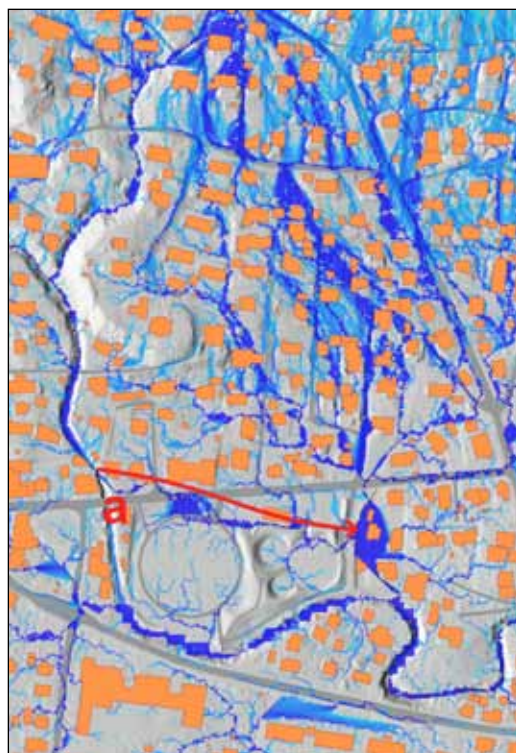
Kjente resultater

Etter flomhendelsen Frida 6. august 2012¹¹ samlet Nedre Eiker kommune inn mer enn 100 stedfestede skaderegistreringer. Detaljerte undersøkelser i felt kombinert med samtaler med øyenvitner har vist at kartene beskriver flomløp og skadepotensial meget godt i hellende terreng. I flate, urbane områder viser kartene korrekt hvor vannet samler seg opp, mens flomløpene blir mindre presise, figur 4. Dette har sammenheng med at flomretningen blir beregnet i kun 8 mulige retninger i verktøyet som her er benyttet.

Kartene viser nøyaktig hvor vannet vil flomme over moreneryggen ved Årbogendammen. Etter Frida stod det kun igjen 10 meter av denne moreneryggen. Utvaskede morenemasser proppet igjen



Figur 4. Feil i terrengmodellen gjør at bekken tar feil retning ved (a). Ved (b) er terrenget tilnærmet helt flatt. D8-algoritmen sliter med å beregne flomretningen presist, mens oppsamling av vann vises korrekt.



Figur 5. Terrengmodellen er endret for å simulere en tett kulvert ved (a). Bekken tar helt ny retning nord for idrettsplassen.

kulvertene gjennom boligfeltene nedenfor. Terrengmodellen er forsøkt modifisert for å simulere disse proppene, og det er deretter beregnet nye flomveiskart. Resultatet av simuleringene samsvarer meget godt med de nye flomløpene som åpenbarte seg under Frida, figur 5.

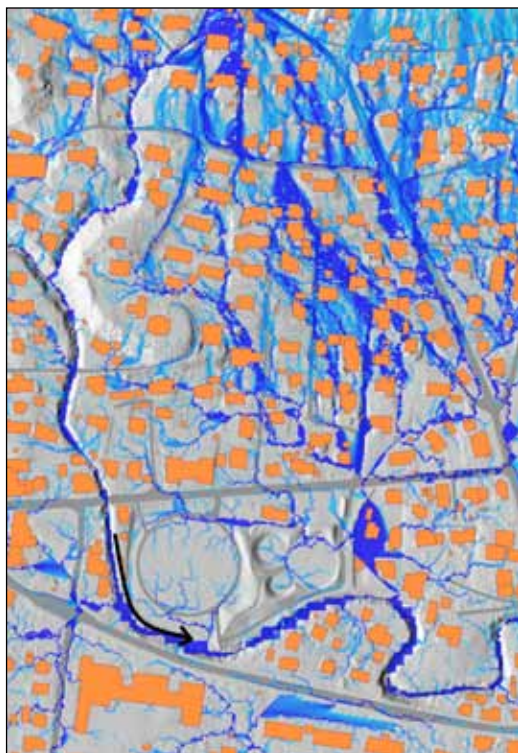
For/Mot

Korrekt beregning av flomveier er prisgitt terrengmodellens kvalitet. Det er viktig å være oppmerksom på at lasermålingene kan bli villedet av tett vegetasjon, ikke minst langs bekker, figur 4. Det kan være tid- og kompetansekrevene å etablere tilstrekkelig nøyaktige terrengmodeller, figur 6. Men når jobben først er gjort vil modellen kunne brukes i en rekke sammenhenger.

Ved å benytte åpen kildekode vil det ikke påløpe programvarekostnader. Men det vil måtte

investeres noe tid i å lære seg å bruke verktøyene effektivt.

Hvordan oversetter man flomveiskartet til praktisk planarbeid i forvaltningen? En mulig tilnærming kan være å splitte opp akkumulert tilrenningsareal i ulike forvaltningsgrupper som antydnet i tabell 1. På denne måten sikrer planarbeidet, med tilhørende rekkefølgebestemmelser, at det etableres tilstrekkelig kapasitet langs lavbrekk og vassdrag til å ta unna store mengder overvann. Planhierarkiet vil i prinsippet kunne sørge for at det til et hvert sted er sikret tilstrekkelig overvannskapasitet nedstrøms. Metoden gjør det også mulig å visualisere ansvarsfordelingen kartografisk, figur 7.



Figur 6. Her er terrenngmodellen korrigeret. Hovedbekken har nå fått korrekt løp.



Figur 7. Flomveier fordelt på ulike plannivåer. Fargene er forklart i tabell 1.

Akkumulert tilrenningsareal	Plannivå
Inntil 200 m ²	Den enkelte eiendomsbesitter
200 – 5 000 m ²	Kommunens byggesaksavdeling
5 000 – 50 000 m ²	Kommunens arealplanavdeling
Over 50 000 m ²	Kommuneplanprosessen i samarbeid med nasjonale og regionale myndigheter

Tabell 1. En mulig tilnærming for å sikre tilstrekkelig overvannskapasitet i arealplanleggingen. Tallene er basert på erfaringene med Frida i Nedre Eiker, men vil antagelig variere mellom kommuner og regioner. Fargene gjenspeiler de ulike plannivåene i Figur 7.

Takk

Mange takk til NVE og forskningsrådprosjektet ExFlood for innspill og finansiering av faktaarket denne artikkelen bygger på¹².

Referanseliste

¹ <http://snl.no/klima/klimaendringer>

² Digital TerrenngModell

³ <http://grass.fbk.eu/>

⁴ Produktet er nå avvirket etter et ønske fra leverandøren om å utelukkende fokusere på oljenæringen

⁵ Nedlastingsportal: <https://download.geonorge.no/skd12/nl2prot/nl2>

⁶ <http://kart4.nois.no/nedreeiker>. 3D-verktøyet gir tilgang til datasett omtalt i dette dokumentet.

- 7 Felles KartBase – del av det offentlige kartgrunnlaget. Se mer under <http://www.statkart.no/>
- 8 I GRASS kan r.watershed benyttes til å beregne nedbørfelt og flomretning generelt. Resultatene kan brukes av r.water.outlet for å avgrense nedbørfeltene til et nærmere definert utløp. Det er også mulig å laste ned NVE's nedbørfelt fra Norge Digitalt
- 9 GRASS: r.flow
- 10 GRASS: r.terraflow, se for eksempel Arge et al. 2003: Efficient flow computation on massive grid terrain datasets. GeoInformatica 7 (4): 283-313
- 11 http://met.no/filestore/met.noinfonr.15_FridaEkstremvaerrapport3.pdf
- 12 http://www.bioforsk.no/ikbViewer/page/prosjekt/tema?p_dimension_id=22783&p_menu_id=22793&p_sub_id=22784&p_dim2=22792