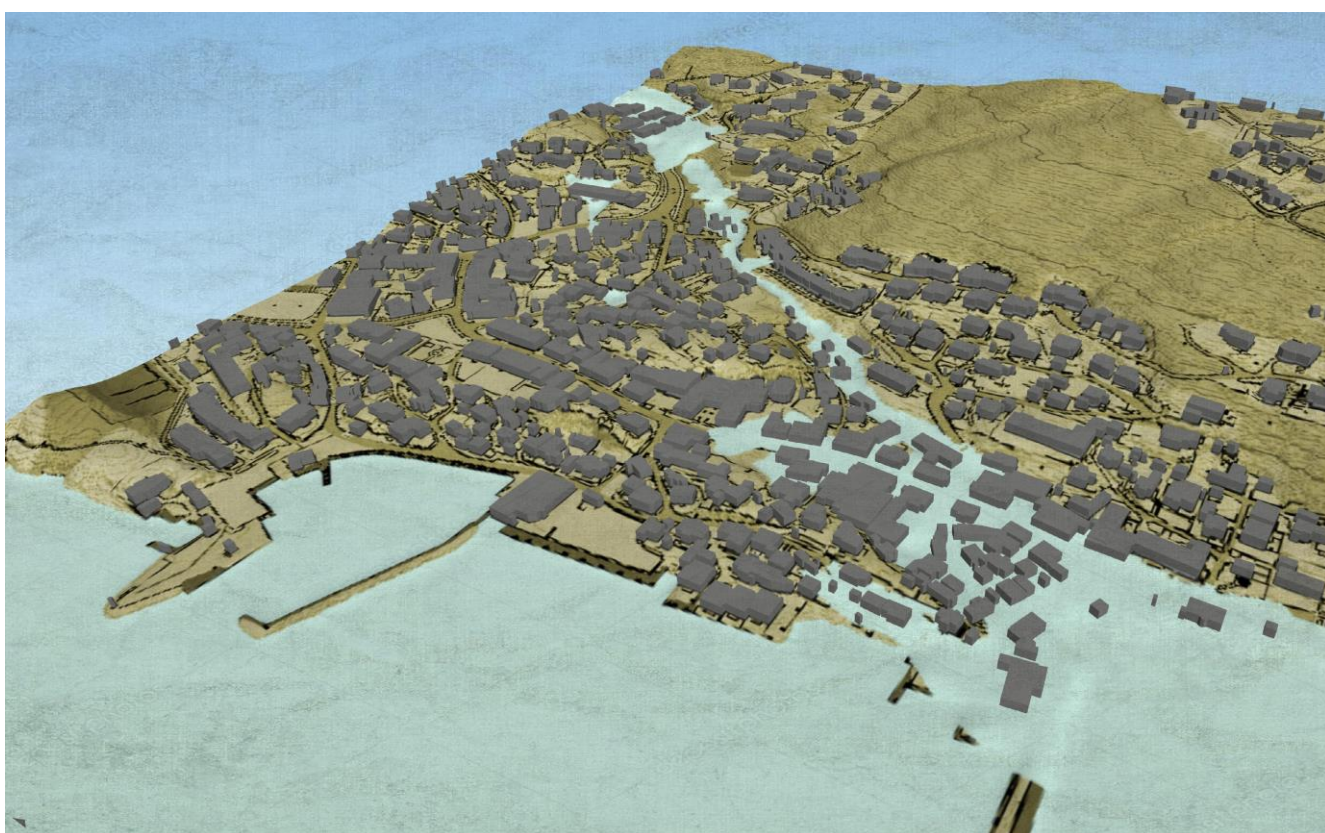


QGIS-metode for å beregne dreneringslinjer og å identifisere aktsomhetsområder for elveflom i sidevassdrag

... eller «Elveflom for Dummies – QGIS edition»



Figuren viser beregnet flomareal

*Basert på Elveflom for dummies laget av Plan- og temadatautvalget for Oslo og Akershus.
Mesteparten av teorien er skrevet av PTU-Oslo og Akershus
Metode av HG. Schüller (testet i 3.10.2)
Dato: 19.03.2021*

Innhold

Før du begynner	3
Vokabular	3
Forberedelse til analysen	4
Viktig om arbeid i QGIS	4
QGIS Tips og Triks	5
1. Lage endelig DTM/ Modifisere DTM	7
1.1. Modifisere DTM med bygningsdata	7
1.1.1. Lage et raster datasett av bygningsgrunnriss.....	8
1.1.2. Beregne en terrengmodell der bygningsgrunnriss er hevet med 5 meter ...	8
1.2. Modifisere DTM med vanndata.....	10
1.2.1. Lage rasterdatasett av elver og kanaler (linjer).....	11
1.2.2. Lage rasterdatasett av elver og kanaler (flater)	11
1.2.3. Etabler et samlet rasterdatasett for elver og kanaler (linjer + flater)	11
1.2.4. Beregne en terrengmodell der elver og kanaler er senket med 10 meter .	12
2. Lage dreneringslinjer	13
2.1. Fyll alle lavpunkt i terrengmodellen	13
2.1.1. Lavpunkt	13
2.2. Finne retningen som vannet vil renne	15
2.3. Finne antall akkumulerte celler for hver enkelt celle.....	16
2.4. Visualisering	17
2.5. Rydde i datasettet før kjøring av videre analyse	18
2.5.1. Fjerne dreneringslinjer i vann og hav	18
2.5.2. Fjerne dreneringslinjer som går i kulverter under veier ol.	19
2.5.3. Lage rasterdatasett av bufret vei (flater)	20
2.6. Definere et elvenettverk fra Flow Accumulation	22
3. Hente høyde over havet.....	24
3.1. Hente høyde på dreneringslinjerlinjene	24
3.2. Beregne Euclidean Allocation	25
4. Beregne potensiell vannstandsstigning for en 500-års flom.....	26
I NVEs Rettleiar 3/2015: Flaumfare langs bekker – råd og tips om kartlegging:	26
4.1. Beregne 2-8 meter stigning fra elvestrengen	27
4.2. Beregne Euclidean Allocation	28
5. Lage hensynssone	30

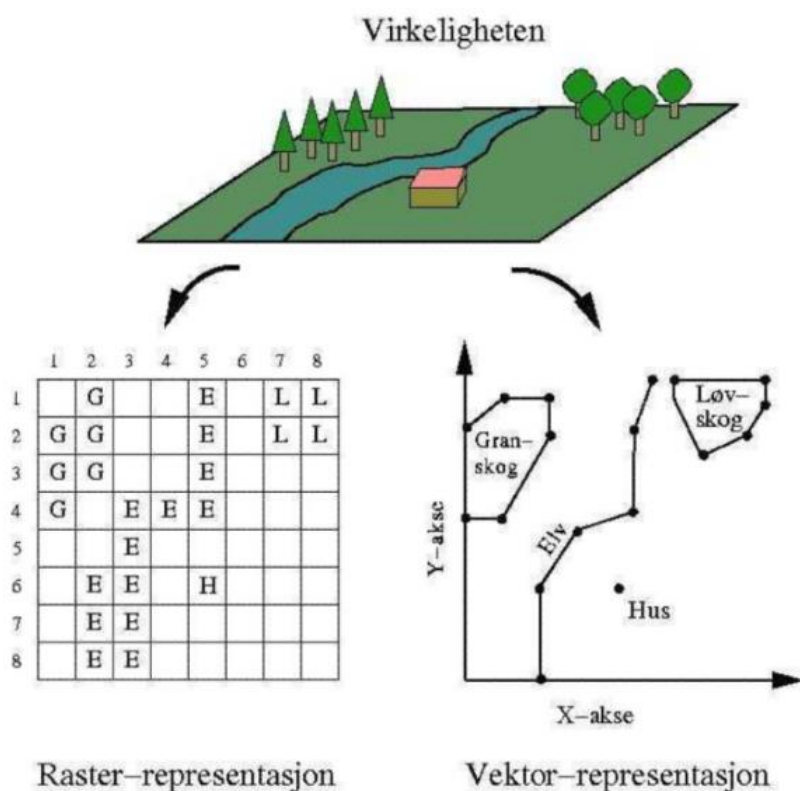
5.1. Beregne vertikal stigning i m.o.h.....	30
5.2. Finn oversvømt område	30
5.3. Opprydding - Sett nullverdi for alle celler som har negativ verdi.....	31
5.4. Reklassifiser alle stigningsverdiene til et felles heltall (Integer)	32
5.5. Konvertere aktsomhetsområdene til vektordata	34
6.0. Sett sammen det du har lært, og du kan lage Aktsomhetskart flom med flere moment	35
7.0. Omvei(er)	36

Før du begynner

Vokabular

Vektordata: Her benyttes de geometriske objektene punkt, linje og flate/areal for å representere de geografiske objektene som ønskes presentert.

Rasterdata: Man kan tenke seg et rutenett som er lagt over et geografisk område. Informasjonen lagres i ett eller flere lag med rutenett. Hvert lag er bygd opp som en matrise av like store celler. Hver celle inneholder en verdi som representerer egenskaper ved det området som cellen dekker.



Forberedelse til analysen

Samle all data du trenger i en et QGIS-prosjekt og lagre den.

- Terrengmodell for ønsket område fra *høydedata*
- *FKB-Vann* (vektordata)
- *FKB-Bygning* (vektordata)
- *FKG-Veg* (vektordata)
- Eventuell andre datasett du har tilgang til.

Viktig om arbeid i QGIS

Ettersom flomanalyser ikke er det første en QGIS bruker pleier å sette seg inn i, så tar denne veilederen forbehold om litt kjennskap til GIS-programvare.

Det er uansett noen ting som det er viktig å ha fokus på, blant annet at en bruker riktig versjon (*versjonen som ble brukt her eller nyere*), starte riktig versjon av programmet (*QGIS Desktop 3.x with GRASS – dette fordi vi skal bruke en del verktøy fra GRASS*) og viktigst av alt – passe på at datasettene du jobber med er i **samme koordinatsystem**.

Dersom du arbeider med datasett i ulike koordinatsystem så kan du oppdage en del rare feil i utregningene dine. Dette gjelder spesielt resultater fra verktøyene som "Slå sammen" og "Raster kalkulator". Typiske feil du vil kunne få er f.eks.:

- Helt mørke datasett gjerne for feil område eller for områder som er større enn forventet
- Høydeverdier som ikke forventes
 - Om du tar utgangspunkt i en terrengmodell med høyde mellom 0-300m, så gir det ikke så mye mening å få en verdi som f.eks. er E^{00012} . Det eksisterer helt sikkert unntak, men ikke ta utgangspunkt i det. Du må tenkte litt igjennom etter hvert trinn om resultatet du har fått virker logisk
- Kryptiske feilmeldinger som sier at du ikke får gjennomført beregningene dine
 - Sjekk at alle kartlag er i samme projeksjon (de vanligste i Norge er EPSG:25832, 25833 eller 25835). Dette kan du enten gjøre ved å holde musepekeren over laget til det dukker opp en infoboks som sier litt om laget eller "høyre-klikke" på laget og velge "Egenskaper" (det står da under info og CRS).

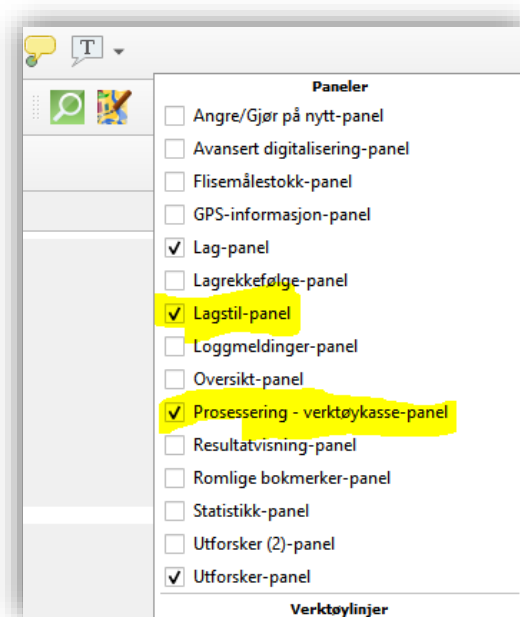
Om du finner lag som ikke er i ønsket referansesystem må du endre dette. Dette kan gjøres på mange måter, men vi anbefaler at du "høyre-klikker" på datasettene du ser at er i en annen projeksjon, for så å velge "eksporter som".

I dialogboksen som kommer opp velger du riktig navn og referansesystem (husk å benytt dette nye laget i det videre arbeidet):

QGIS Tips og Triks

Verktøylinjer

Det er mange tips og triks for QGIS, men det er spesielt to verktøylinjer som det anbefales at dere skrur på med en gang, og det er **"Lagstil-panel"** og **"Prosesserings - verktøykasse-panel"** disse er tilgjengelig ved å høyreklikke på hjelpelinjen, for så å huke av for verktøyene i listen som dukker opp. Disse to verktøylinjene vil være svært nyttige å ha for det videre arbeidet (*spesielt **verktøykassa** som vi bruker til å søke opp funksjoner*).



Navngivning for bruk av formaler i veilederen

Om du ønsker å "copy-paste" formlene i veilederen, så er det viktig med riktig navngivning av filene. Du vil ofte kunne se at navnene på filene du produserer har et litt annet navn enn det som står i veilederen. For å endre til riktig navn så kan du "høyreklikke" på datasettet i laglisten for så å velge at du skal endre navn.

Format i QGIS

I utgangspunktet er det det samme hvilke format du jobber med, og du kan benytte deg av det du selv foretrekker. Mine anbefalinger er uansett som følger:

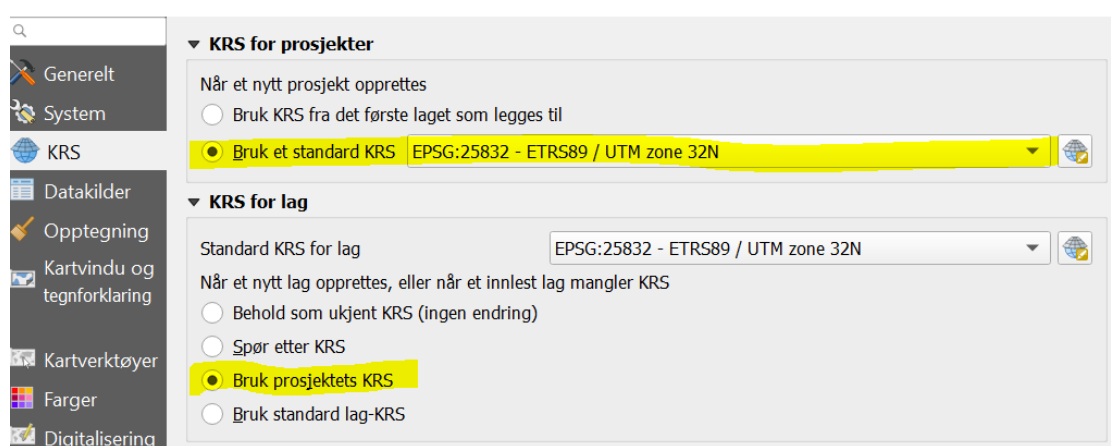
Vektorfiler: Når du jobber med vektorfiler så anbefales det at du lagrer disse filene i en "Geopackage" (*gpkg*). Dette er en liten robust database som har god ytelse og lar deg redigere innholdet/geometrien uten problemer.

Rasterfiler: Når du arbeider med rasterfiler så anbefales det at du lagrer filene som .tif filer. Uheldigvis så er det noen moduler/verktøy i QGIS som ikke lar deg lagre i dette formatet, eksempelvis lar SAGA-verktøy deg kun lagre filene som .sdatt. Dette skal i utgangspunktet ikke ha noen betydning, men du kan velge å heller lagre filen som en "temporær/midlertidig fil" for så å eksportere filen til .tif-formatet ved å høyreklikke på den temporære filen.

Temporære/ midlertidige filer: Ved mindre beregninger/mellomberegninger, så anbefales det å jobbe med temporære filer. Du slipper da å definere hvor filene skal lagres, og du slipper å fylle opp maskinen/mappen din med mange "unødvendige" filer. Ved å gjøre det på denne måten kan du se om resultatfilen ser riktig ut før du faktisk lagrer den i din mappestruktur. De temporære filene vil automatisk slettes når du lukker QGIS-prosjektet ditt, så husk å eksportere de midlertidige lagene du ønsker å ta vare på.

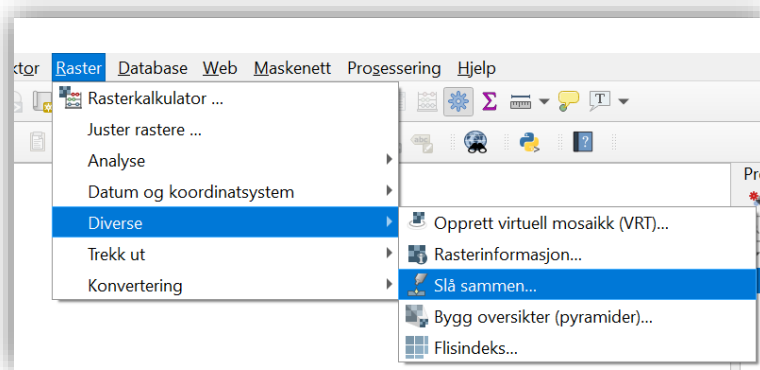
Ekstra om koordinatsystem (KRS)

Det er også mulig å skru på at alle filene du jobber med automatisk blir satt til samme referansesystem ved å gå til "Innstillinger" → "Oppsett" → "KRS" for så å endre på "KRS for nye prosjekter" og "KRS for nye lag". Dette anbefales kun om du alltid jobber i samme referansesystem (*f.eks. UTM 32, 33 eller 35*).

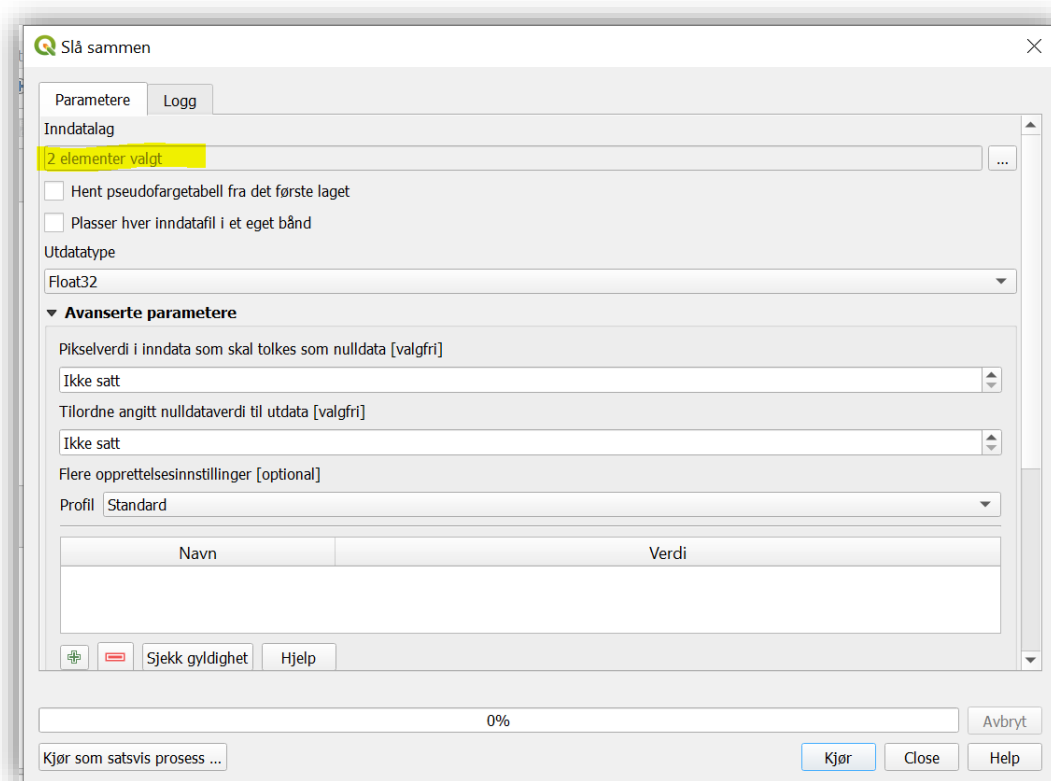


1. Lage endelig DTM/ Modifisere DTM

Før du begynner å arbeide er det viktig at terrenget din ikke er fordelt på flere filer. Dersom du har en ikke-sammenhengende modell, så kan du bruke QGIS sin funksjon «Slå sammen» for å slå filene sammen (Raster/Diverse/Slå sammen):



Her velger du lagene som skal slås sammen og trykker «Kjør»:

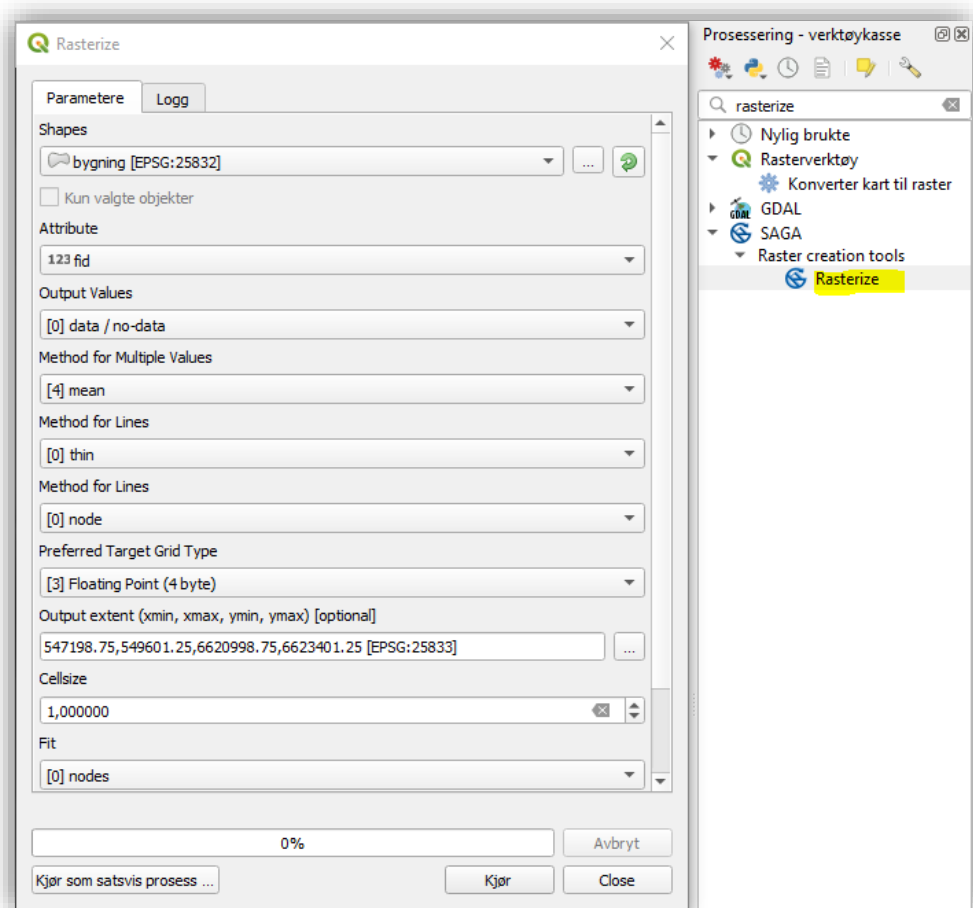


1.1. Modifisere DTM med bygningsdata

Vår DTM inneholder bare informasjon om terrenget uten eksisterende bebyggelse. Men vannet vil først prøve å renne langs en bygning og rundt, fremfor rett gjennom. Det må vi ta hensyn til. Derfor konverterer vi FKB-bygg til raster og gir dem en fiktiv høyde. For enkelhetsskyld hever vi alle byggene like mye, f.eks 5 meter over terrenget.

1.1.1.Lage et raster datasett av bygningsgrunnriss

- Vektor to Raster (Prosessering verktøykasse/SAGA/Raster creation tool/Rasterize)
 - Input Features: **FKB_BygningsFlate**
 - Output Values: **data / no-data**
 - Output extent: **Bruk utstrekning fra lag / kartvinduetstrekning** (eventuelt la den stå tom)
 - Cellsize (optional): Påse at denne er satt til **1**
 - Godta resten av default verdiene
 - Rasterized: **bygning_raster**

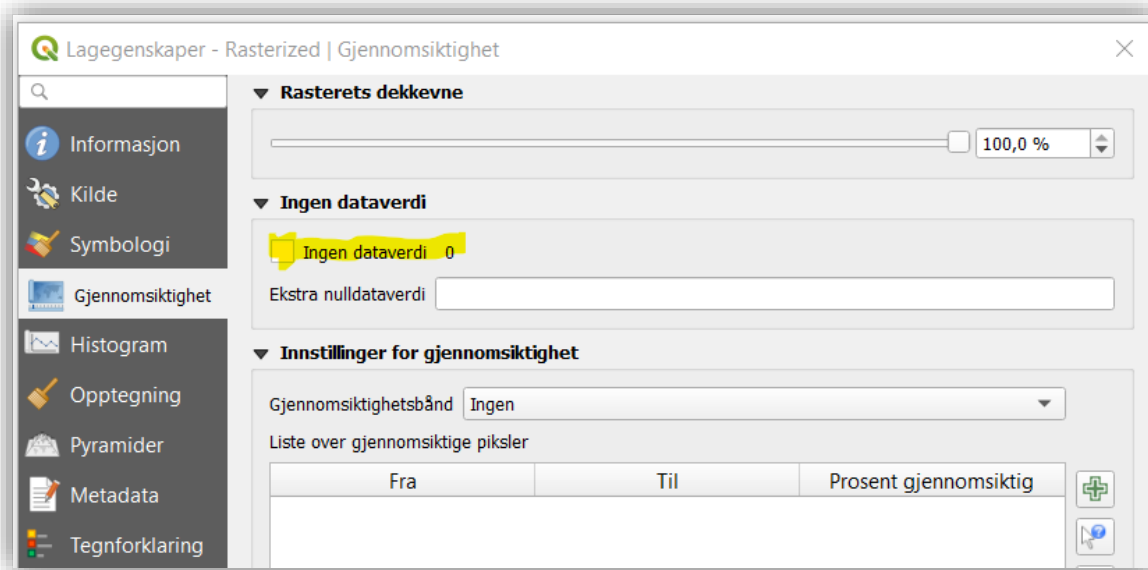


1.1.2.Beregne en terrengmodell der bygningsgrunnriss er hevet med 5 meter

Vi hever cellene innenfor bygningsgrunnriss med 5 meter over opprinnelig terreng. Verdien til cellene utenfor hentes fra terrengmodellen (*DTM*) som du har lastet ned fra høydedata.no. Som nevnt over vil dette forhindre at vannet renner tvers gjennom bygninger. Istedenfor tvinger vi det (kunstig) til å renne utenfor bygningskroppen.

Før beregningen må vi passe på at vi skruer på cellene som ikke inneholder data for bygningene (*altså tomme celler*). Dette for at vi skal få med også disse områdene i beregningene.

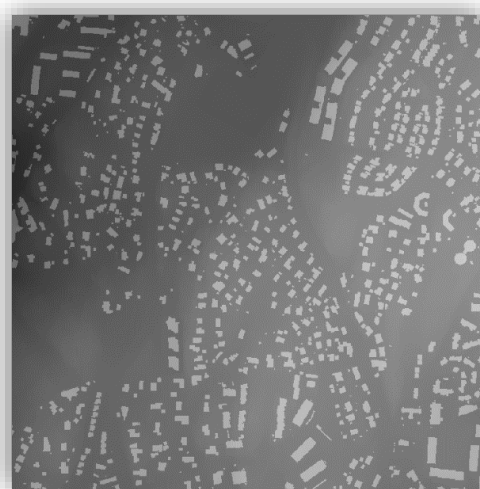
Dette gjøres ved å høyreklikke på laget **bygning_raster** → Egenskaper → Gjennomsiktighet, for så å fjerne avhukingen på "ingen dataverdi" / "no data".



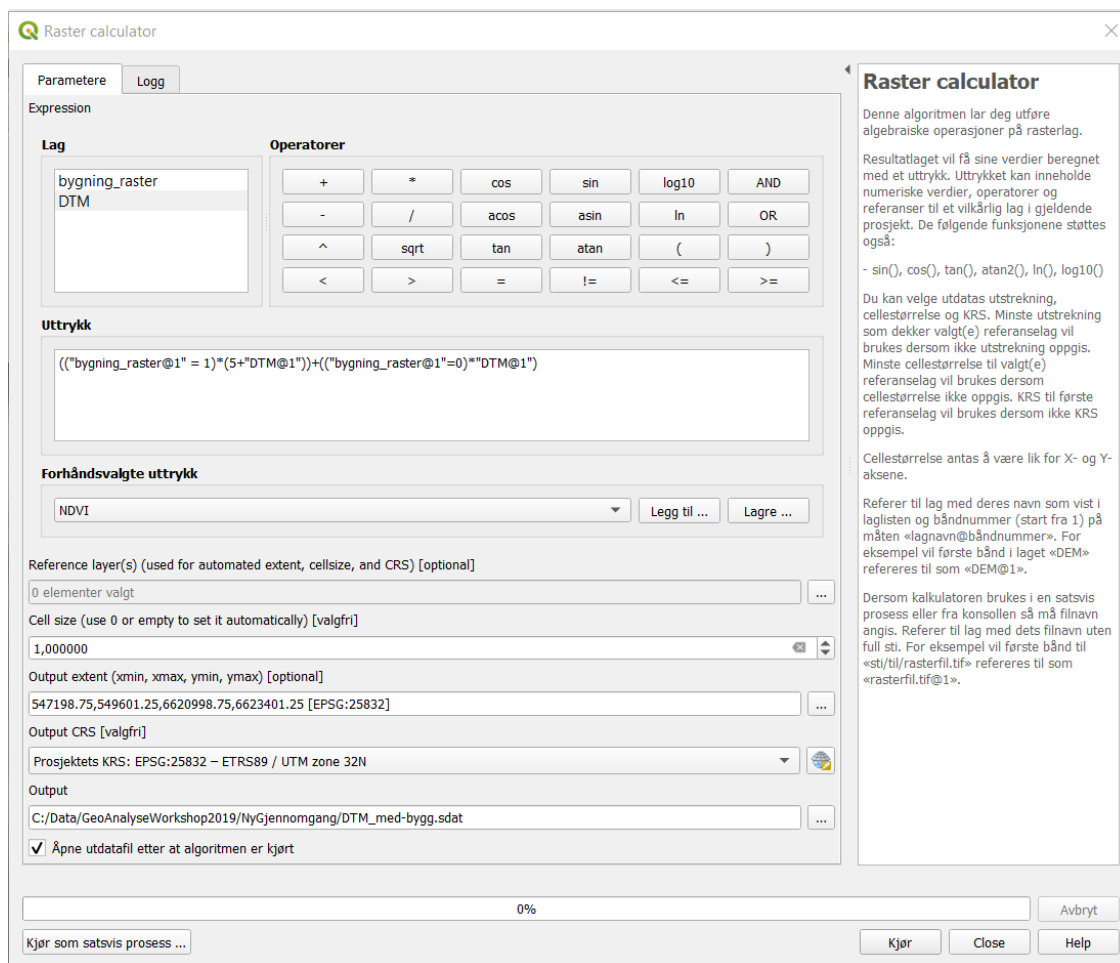
Laget vil nå bli helt sort med mindre man definerer nye farger (*dette kan også gjøres med "Lagstil-panelet"*):

Så heves bygningene med 5 meter:

- Raster Calculator (Prosessering verktøykasse/Rasteranalyse/Raster calculator)
 - Velg følgende uttrykk: **$((\text{"bygning_raster@1"} = 1) * (5 + \text{"DTM@1"})) + ((\text{"bygning_raster@1"} = 0) * \text{"DTM@1"})$**
 - Cell size: **1**
 - Reference layer / Output extent: **Velg ønsket lag på reference layer eller sett valgene manuelt ved Output extent - Bruk lag/kartvinduetstreking** eventuelt velg fra kart om du ikke vil ta noen sjanse.
 - Output CRS: **Ønsket referansesystem**
 - Output: **Gi filen ett fornuftig navn f.eks. DTM_med-bygg**
 - NB! Om du får tilbake et lag med kun bygningskroppene, så har du glemt å gjøre steget over med "ingen data" / "no data".



Resultatet skal se ca sånn her ut (men med litt mer diffuse bygg)



1.2. Modifisere DTM med vanndata

Å generere terrenngmodell kun basert på laserdata har fordeler og ulemper. En fordel er f.eks. at det er enkelt å lage. Men mye som genereres automatisk inneholder feil som man enten må redigere manuelt eller man «jukser det til» slik at datasettet tilpasses formålet. Det er dette vi velger å gjøre her.

En problemkilde er bruer. Hulrommet under mindre bruer og kulverter blir ofte ikke fanget opp tilstrekkelig. Derfor fremstår disse som «demninger» i analysen. Vi har som oftest ufullstendig informasjon om hvor kulvertene er. Dette skaper feil for den type analyse vi skal gjennomføre.

Vår tilnærming er å lage en terrenngmodell hvor vannet blir tvunget til å følge elveløpet - også der hvor veg- eller bygningskropper danner demninger. Dette omtales ofte som å "brenne ned" elvene i terrenngmodellen.

Dette gjøres med andre ord for å tvinge vannet til å følge elver og kulverter f.eks. gjennom kulverter og stikkrenner der veier eller bygningskropper danner «demninger». Det kan være aktuelt å legge inn egne stikkrenner i vektordatasettet før nedbrenning i terrenngmodellen.

Alternativt kan man la være å legge inn kulverter og stikkrenner, for å finne dreneringslinjene når «alt har gått tett».

1.2.1.Lage rasterdatasett av elver og kanaler (linjer)

For å velge relevante linje-elementene (ElvBekk, KanalGrøft) kan du bruke «**Filtrer**». Dette gjøres ved å høyreklikke på laget i QGIS og sette opp en spørring.

- Vektor to Raster (Prosessering verktøykasse/SAGA/Raster creation tool/Rasterize)
 - Input Features: **FKB_vann_linje**
 - Output Values: **data / no-data**
 - Output extent: **Bruk lag / kartvinduetstrekning** (eventuelt la den stå tom)
 - Cellsize (optional): Påse at denne er satt til **1**
 - Godta resten av default verdiene
 - Navn: **Elv-linje_raster**

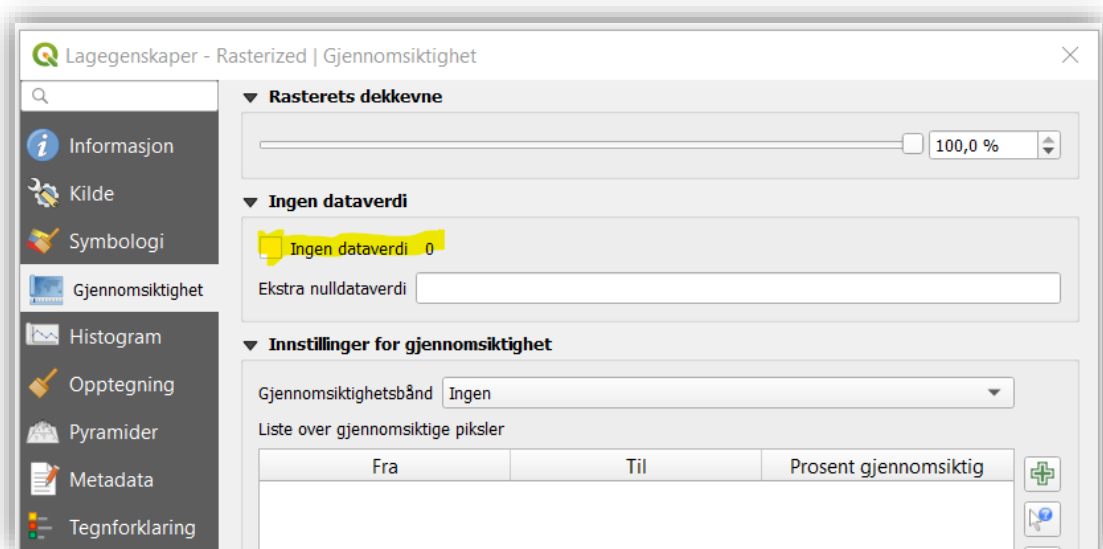
1.2.2.Lage rasterdatasett av elver og kanaler (flater)

For å velge relevante linje-elementene (ElvBekk, KanalGrøft) kan du bruke «**Filtrer**» (høyreklikk på kartlaget).

- Vektor to Raster (Prosessering verktøykasse/SAGA/Raster creation tool/Rasterize)
 - Input Features: **FKB_vann_flater**
 - Output Values: **data / no-data**
 - Output extent: **Bruk lag / kartvinduetstrekning** (eventuelt la den stå tom)
 - Cellsize (optional): Påse at denne er satt til **1**
 - Godta resten av default verdiene
 - Navn: **Elv-polygon_raster**

1.2.3.Etabler et samlet rasterdatasett for elver og kanaler (linjer + flater)

Husk at du må fjerne nulldata avhuking for lagene før du slå de sammen:



- Slå sammen (Raster/Diverse/Slå sammen)
 - Inndatalag: **Velg rasterlagene som du genererte fra linjer og flater**
 - La resten stå som det er.
 - Navn: **Elver-og-bekk_raster**

Du har nå et samlet rasterdatasett for elver og kanaler. Disse vil vi nå «brenne» inn i terrenngmodellen (den hvor vi tidligere har lagt til 5 meter for grunnriss av bygninger) med 10 meter. Det er viktig at man senker elvene mer enn høyeste bro, slik at man får med alt. (Her kan det bli aktuelt å prøve seg litt fram med ulike «svi-dybder»).

1.2.4. Beregne en terrenngmodell der elver og kanaler er senket med 10 meter

Sjekk om avhukingen for "ingen data" / "no data" er fjernet før du går videre (*samme som i steg 1.1.2 og 1.2.3*). Hvis den er av som default er det greit.

- Raster Calculator (Prosessering verktøykasse/Raster calculator)
 - Velg følgende uttrykk: **(("Elver-og-bekk_raster@1" = 1)*(-10+"DTM_med-bygg@1")) + (("Elver-og-bekk_raster@1" = 0)*"DTM_med-bygg@1")**
 - Cell size: **1**
 - Output extent: **Bruk lag/kartvinduetstrekning** eventuelt velg fra kart om du ikke vil ta noen sjanse.
 - Output CRS: **Ønsket referansesystem**
 - Output: **Finn et fornuftig navn – f.eks. DTM_med-Bygg-og-Elv**

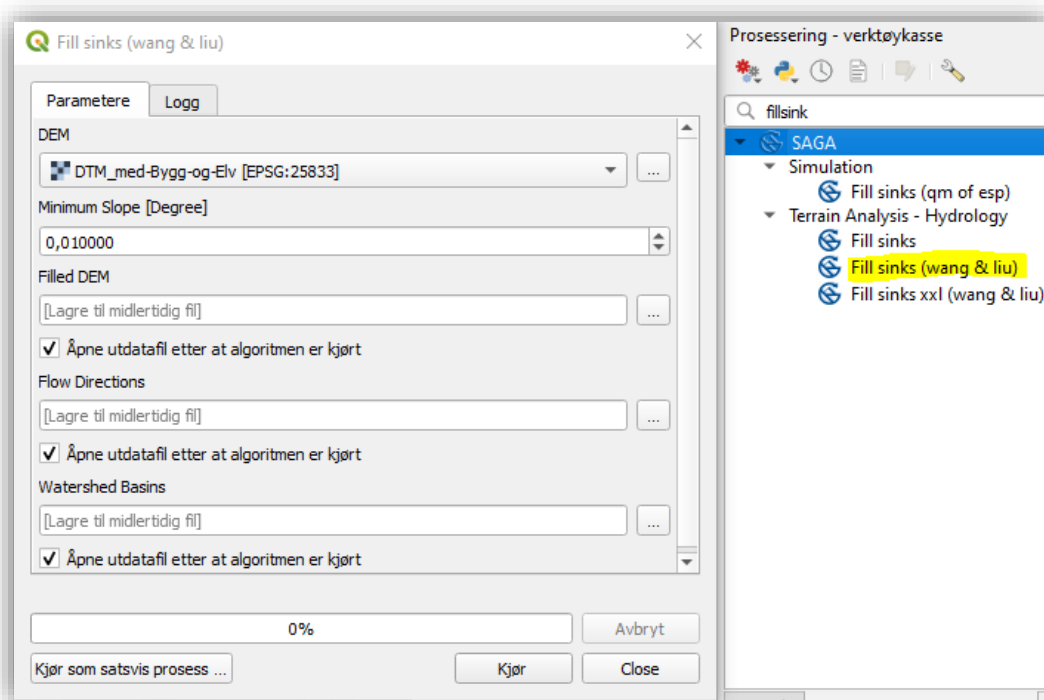
* (Av og til feiler denne formelen hos noen installasjoner. Se alternativ i 2 step bakerst i dokumentet Kap. 7.)

2. Lage dreneringslinjer

2.1. Fyll alle lavpunkt i terrenngmodellen

For å lage en hydrologisk modell må vi fylle alle lavpunkt, slik at vannet kan renne videre til neste celle. Hvis vi ikke gjør dette, så får vi ikke en sammenhengende flomvei.

- Fill sinks (Prosessering verktøykasse/SAGA/Fill sinks (wang & liu) – eventuelt xxl versjonen for store områder)
 - DEM: **DTM_med-Bygg-og-Elv**
 - La resten stå sånn det er (*eventuelt endre «minimum slope» om du ønsker*)
 - Navn: **Filled DEM**



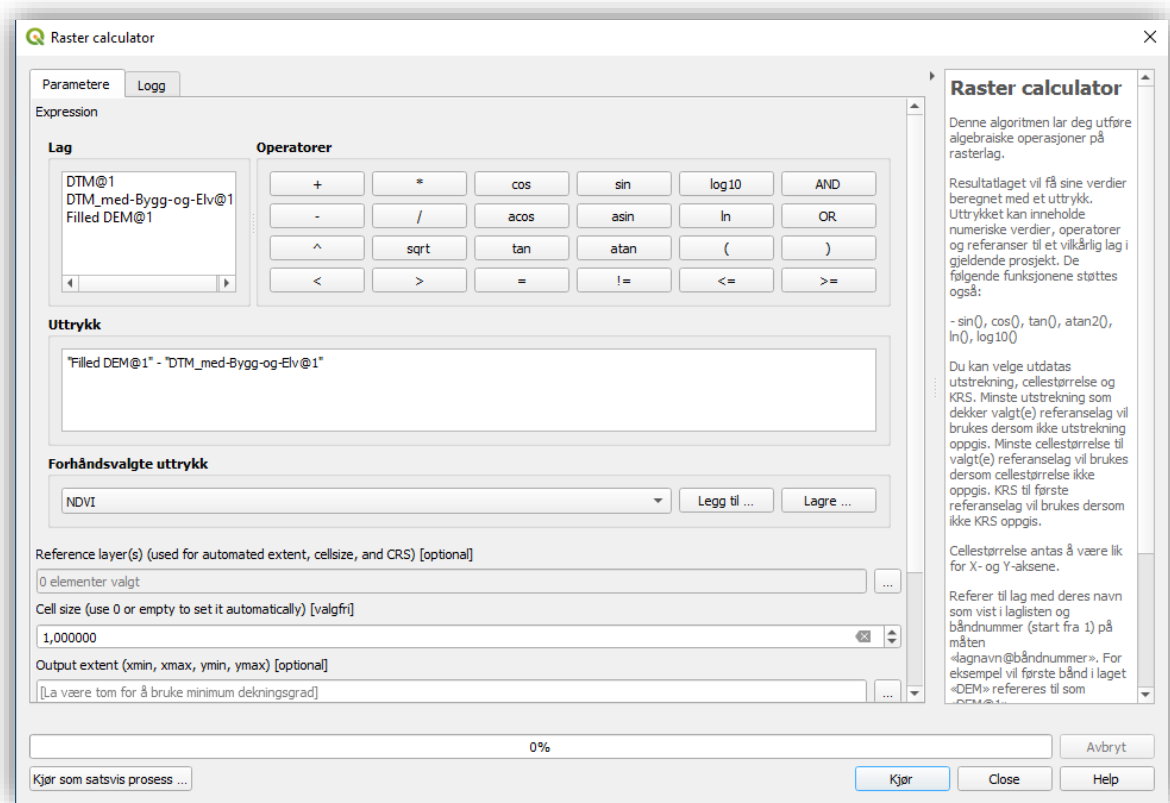
2.1.1. Lavpunkt

Om du ønsker å finne områder hvor du vann fyller seg opp i modellen din, så kan du benytte resultatet fra "Fill sinks" og trekke fra modellen som er modifisert med bygg og elv.

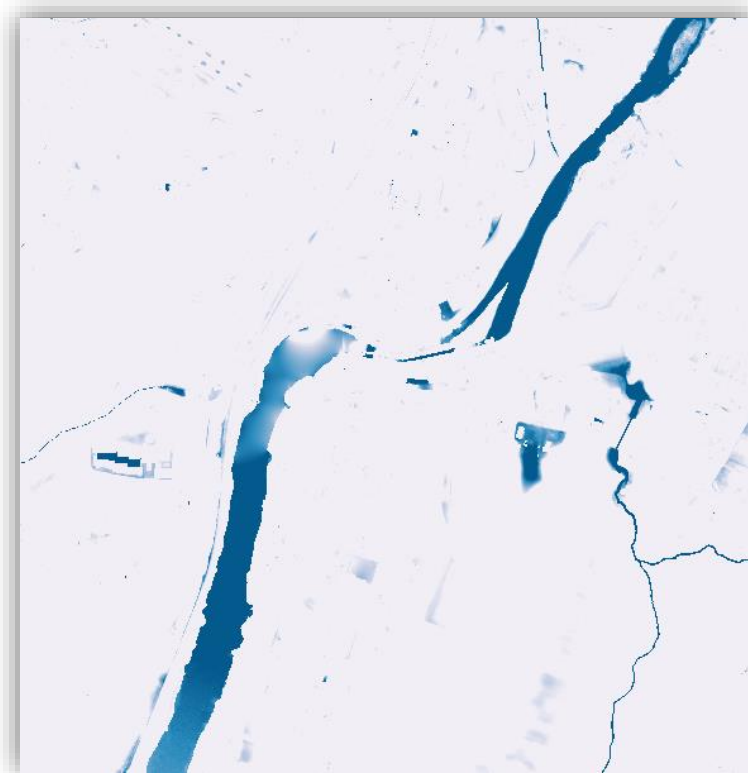
Resultatet er der vann fyller seg opp i modellen.

Dette kan være reelle problemområder, eller steder der det mangler f.eks en stikkrenne. Oppstikkende hus og nedbrent vann vil forstyrre bildet litt, men det gir en god indikasjon av hvor man bør være aktsom eller hvor det muligens mangler en stikkrenne/kulvert:

- Raster Calculator (Prosessering verktøykasse/Raster calculator)
 - Reference layer: **Velg ønsket referanselag**
 - Uttrykk: "**Filled DEM@1**" - "**DTM_med-Bygg-og-Elv@1**"
 - Cell size: **1**
 - La resten stå som det er.
 - Output: **Gi filen et fornuftig navn – f.eks Problemområder**



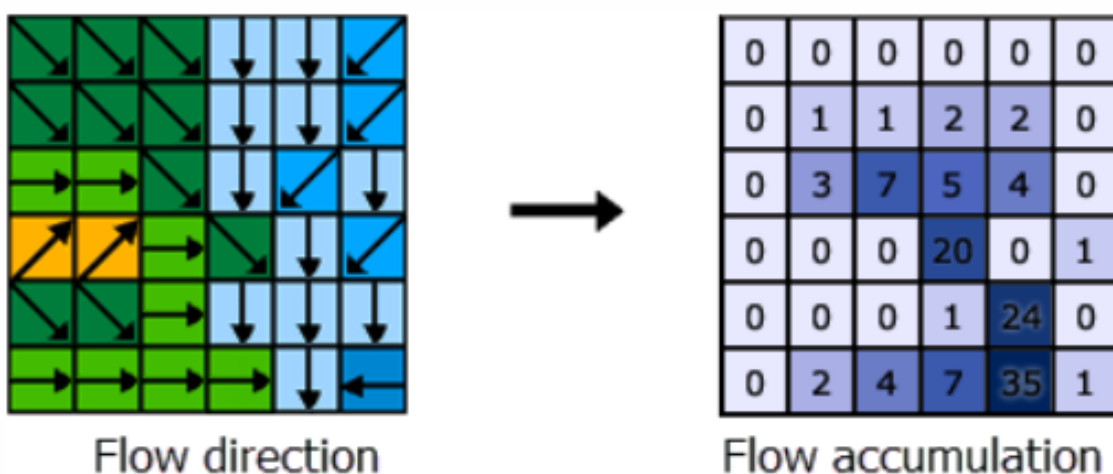
Du må trolig endre litt på den visuelle visningen for å lett se hvor vannet hopper seg opp (se steg 2.4), men når du har gjort dette vil du ende opp med et resultat lignende dette:



2.2. Finne retningen som vannet vil renne

Videre ønsker vi å vite hvilken vei vannet vil renne.

De to vanligste metodene for denne beregningen er "Single flow" og "Multi flow". Ved "Multi flow" drenerer ett piksel til alle nabo piksler som ligger lavere enn seg selv. Dette gir et "malerisk" resultat som et kunstverk laget med bred pensel. Ved "single flow" beregning drenerer ett piksel til det nabo pikselet som ligger lavest slik som illustrert under. Dette gir tynne linjer i resultatet. Denne analysen tar i bruk «Multi flow» metoden.

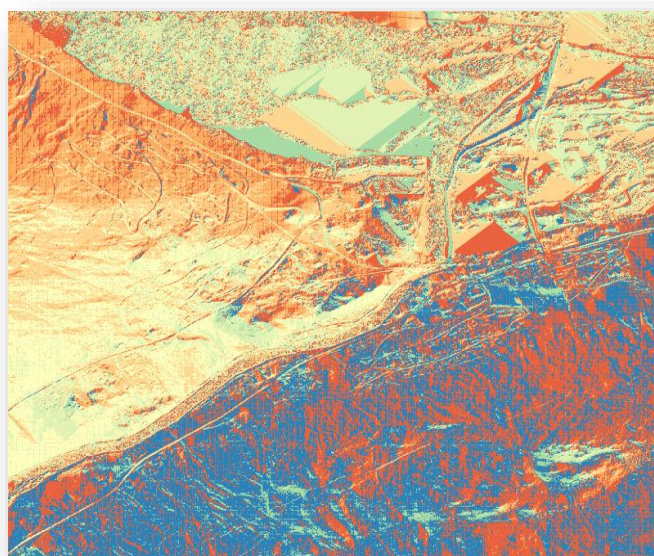


Kilde: [ArcGIS Pro online hjelpetekst](#)

Flow direction: shows the direction of travel from each cell to its steepest downslope neighbors.

Flow accumulation: calculates the number of cells that flow into each cell.

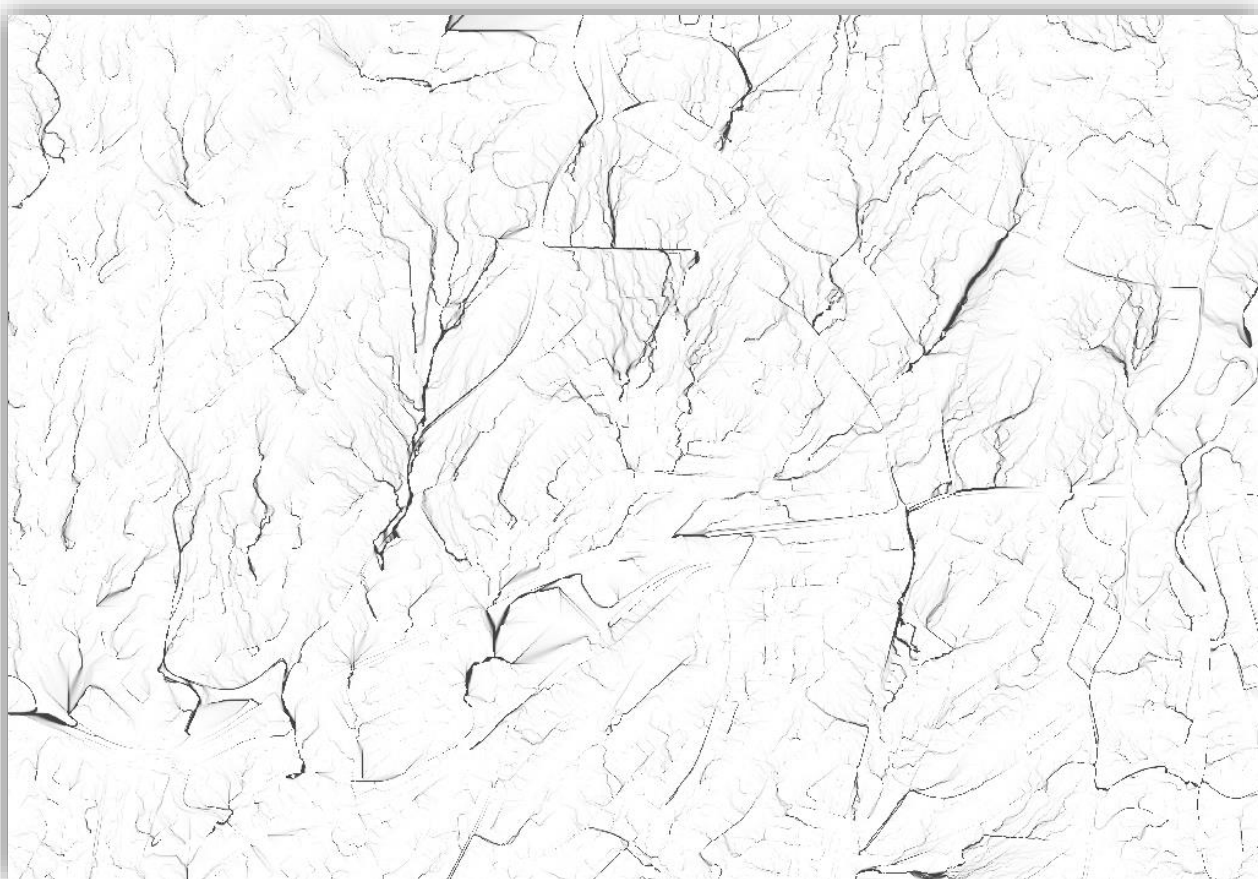
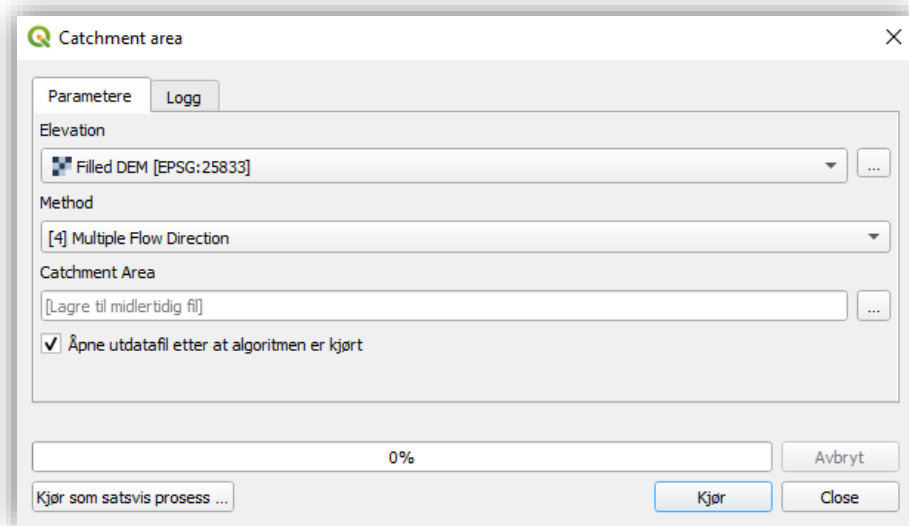
- Ta en titt på Flow Direction som også ble generert i forrige steg (*Fill sinks*).



2.3. Finne antall akkumulerte celler for hver enkelt celle

Nå kan vi finne antall akkumulerte celler for hver enkelt celle. Dette gir oss muligheten til å definere elveløp.

- Flow Accumulation (Prosessering verktøykasse/SAGA/Catchment Area)
 - DEM: **Filled DEM** (*generert i forrige trinn*)
 - Method: **Multiple Flow Direction**
 - Navn: **CatchmentArea**

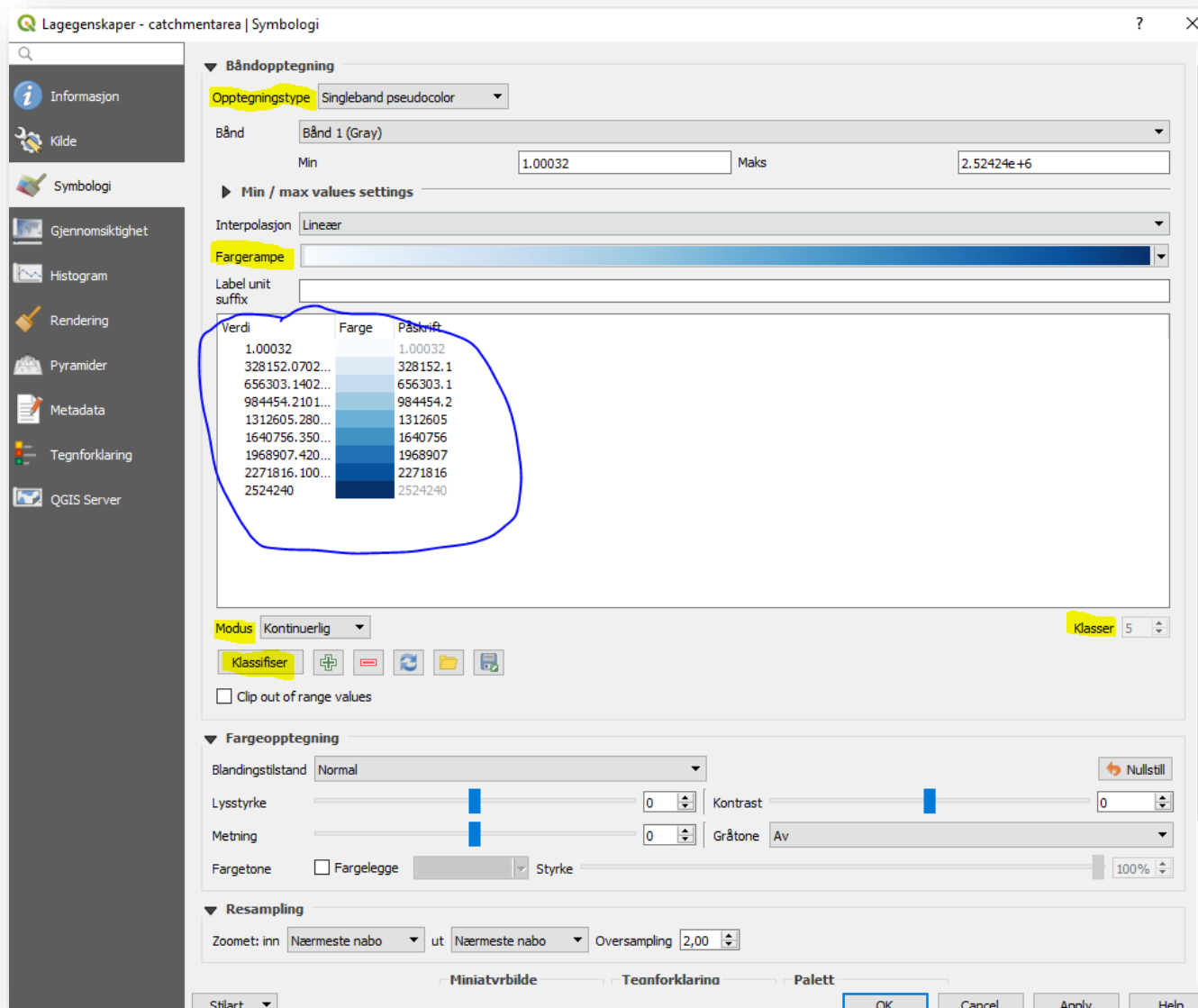


2.4. Visualisering

Høyreklikk datasettet «**Catchment Area**» (generert i forrige steg) og velg «**Properties**». Velg fanen «**Symbologi**».

Velg «Opptegningstype «**Singleband pseudocolor**» og velg en **Fargerampe**, som du synes at passer.

Her kan du også velge **Modus**, og antall **klasser** for å passe med den opptegningen du skulle like. Verdierne kan du enten autogenerere ved å trykke på knappen «**Klassifiser**» eller du kan sette de manuelt. Videre er det en hel drøss med mulige valg for blant annet **Fargeopptegning** og **Resampling** som du kan leke deg med for å få visualisert innholdet som ønsket.



2.5. Rydde i datasettet før kjøring av videre analyse

2.5.1. Fjerne dreneringslinjer i vann og hav

Vi vil fjerne dreneringslinjer som går midt gjennom sjøer eller ut i havet, fordi det oppstår mange rare linjeforløp på vannflatene pga. bølger-refleksjoner i laseropptaket. Og når vi kjører analysen «Fill Sink», vil dette føre til at flomveiene ofte legger seg langs innsjøkanten på den ene siden fram til utløpet. Det er også bekkeløpene vi ønsker å analysere og ikke innsjøene.

Sett celler som går ut i innsjøer og havområder til «NoData»

For å sette celler som går ut i innsjøer til «NoData», så slår vi først sammen lagene **hav_raster** (lages på samme måte som for elver og bekker, men ved å benytte hav og innsjø) og **CatchmentArea** (fra forrige steg) for så å sette verdiene hvor det er hav til «NoData».

Raster Calculator (Prosessering verktøykasse/Raster calculator)

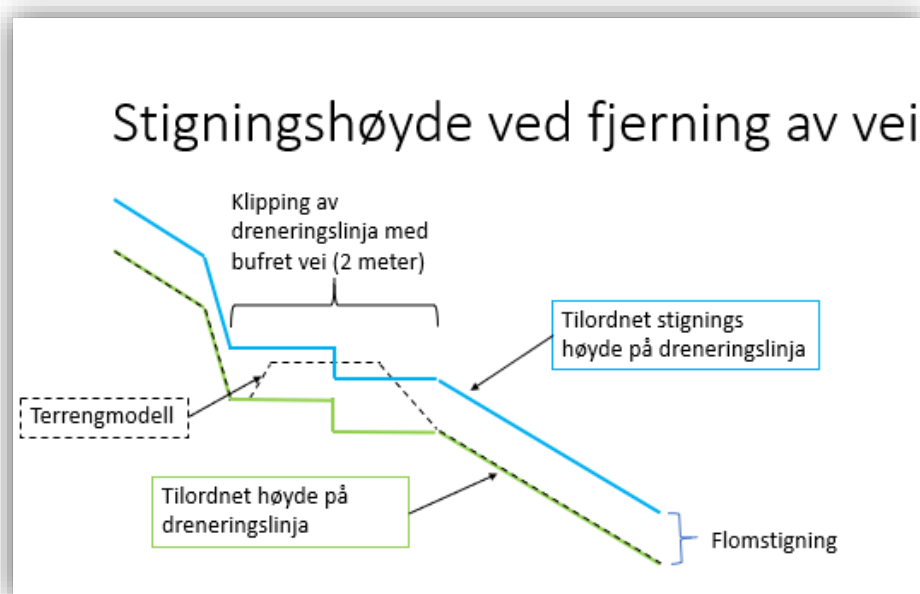
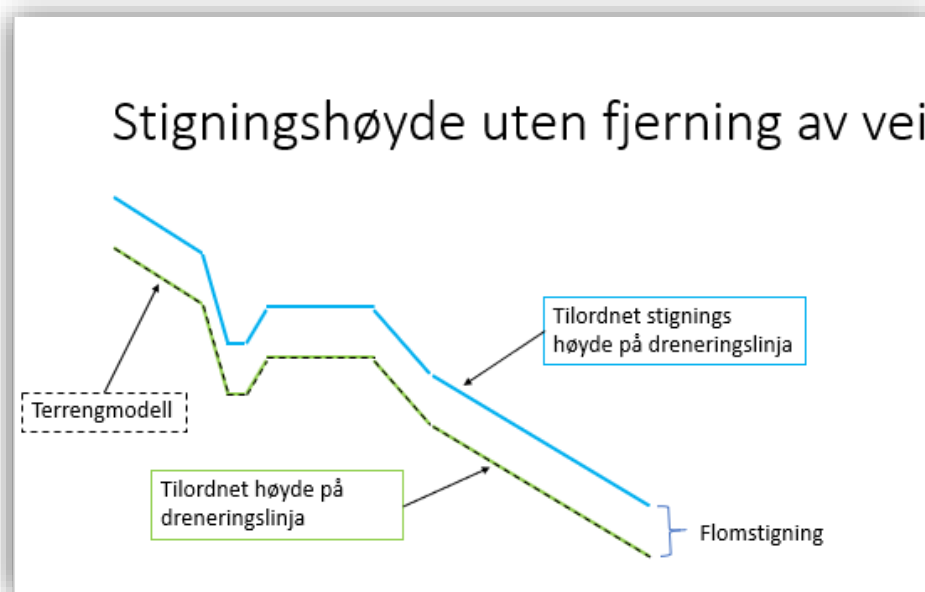
- Reference layer: **Velg ønsket referanselag**
- Uttrykk: **((**"hav_raster@1"!=1**)***"CatchmentArea@1"**) / (**"hav_raster@1"!=1**)*1 + (**"hav_raster@1"=1**)*0** - Dette setter cellene med verdi 1 (*havcellene*) til «Ingen data» / «Nodata».
- Cell size: **1**
- La resten stå som det er.
- Output: **Gi filen et fornuftig navn – f.eks. CA_uten-Vann**

2.5.2. Fjerne dreneringslinjer som går i kulverter under veier ol.

Her må det etableres en ny analyse for å plukke ut linjer som går under veier og evt. annen bebyggelse – Kanskje vi skal nøye oss med veitemaet?

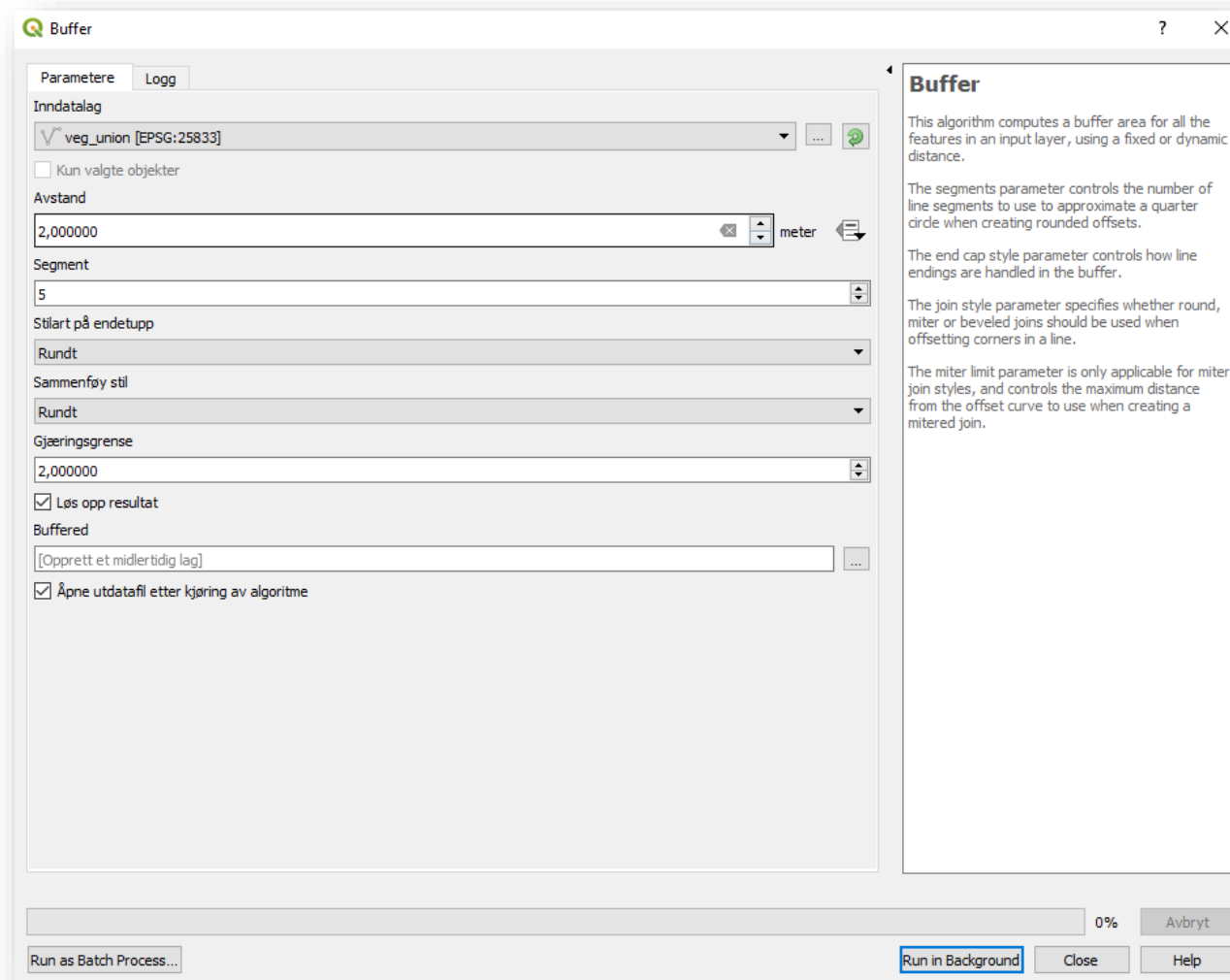
Tanken er å slette flomveiene som havner oppå veier før vi tilordner «original høyde» til flomveiene (før Euclidean Allocation skal kjøres).

Vi vil fjerne dreneringslinjer som krysser veiene, fordi det ofte oppstår ekstremverdier av «stigningshøyde»/flomhøyde når vi tilordner «original høyde» til flomveiene før Euclidean Allocation skal kjøres. Ved å bufre veiene med 2 meter vil vi fjerne veien og en del av veifyllingene på hver side av veien. Se figurene under.



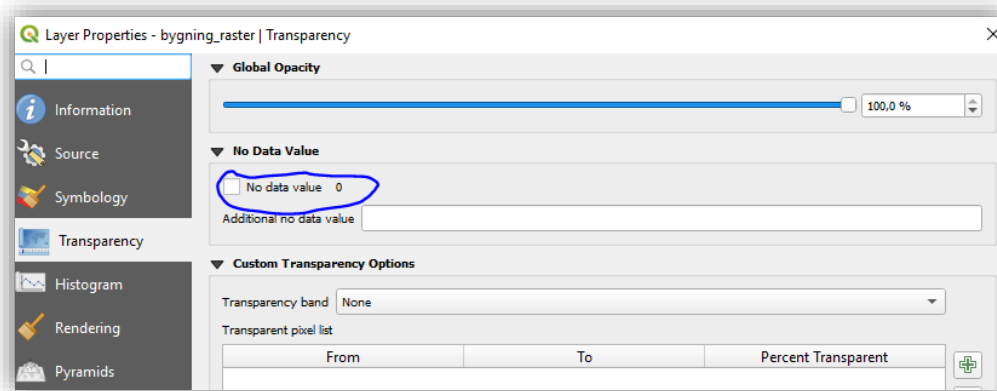
Bufre veier med to meter

- Buffer (Vektor/Geoprosesseringsverktøy/Buffer)
 - Input Features: **FKB_Veg_vektor**
 - Avstand: **2 meter**
 - Segment: **5**
 - Huk av for «Løs opp resultatet» (**NB: kun gjør dette om PC'n din har mye minne!**)
 - Godta resten av default verdiene
 - Navn: **veg-buffer-2m**

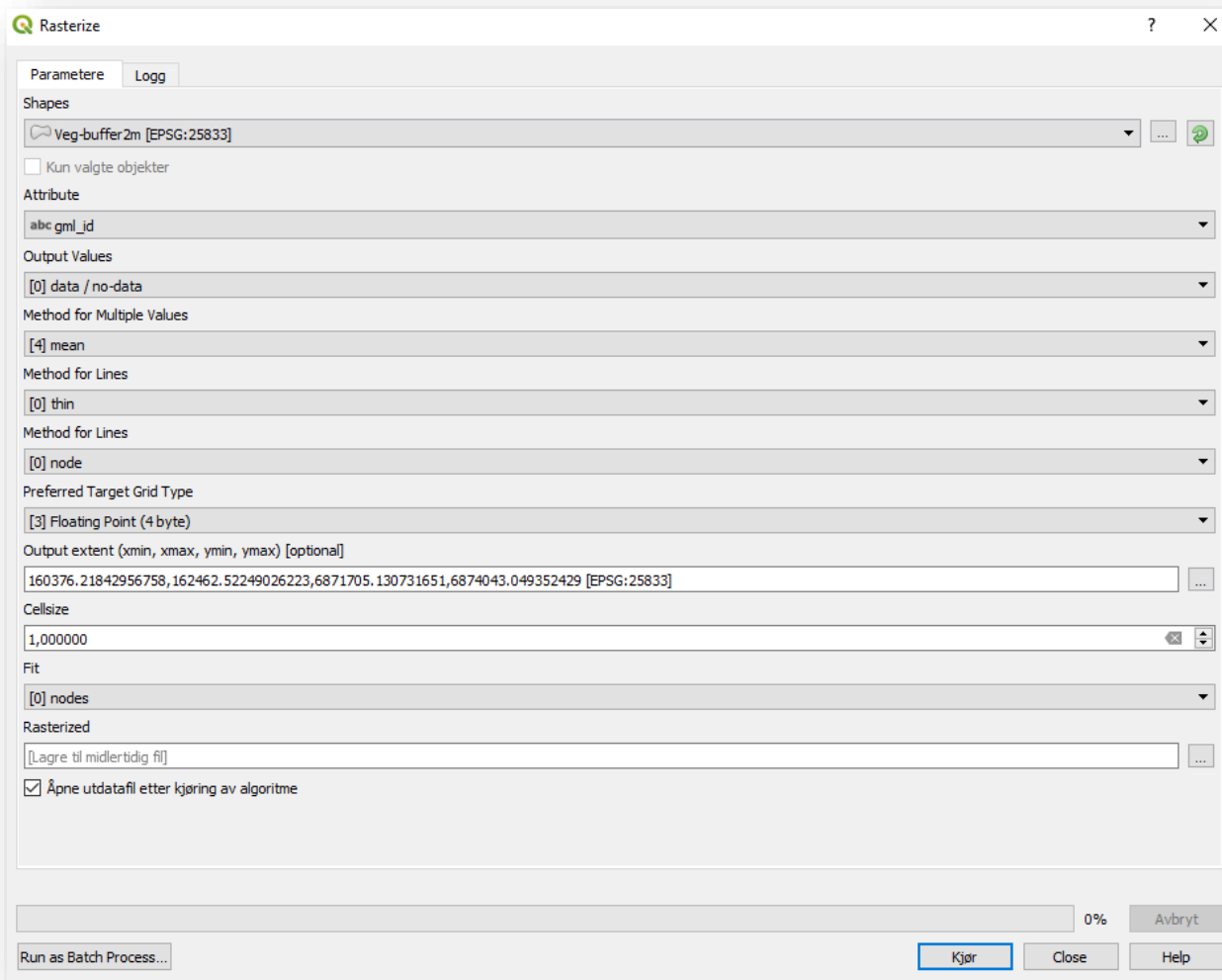


2.5.3. Lage rasterdatasett av bufret vei (flater)

- Vektor to Raster (Prosessering verktøykasse/SAGA/Raster creation tool/Rasterize)
 - Input Features: **veg-buffer-2m**
 - Value field: **Ikke relevant (bare velg noe)**
 - Output Values: **data / no-data**
 - Output extent: **Bruk lag / kartvinduutstreking** (eventuelt la den stå tom)
 - Cellsize (optional): Påse at denne er satt til **1**
 - Godta resten av default verdiene
 - Navn: **veg_raster**



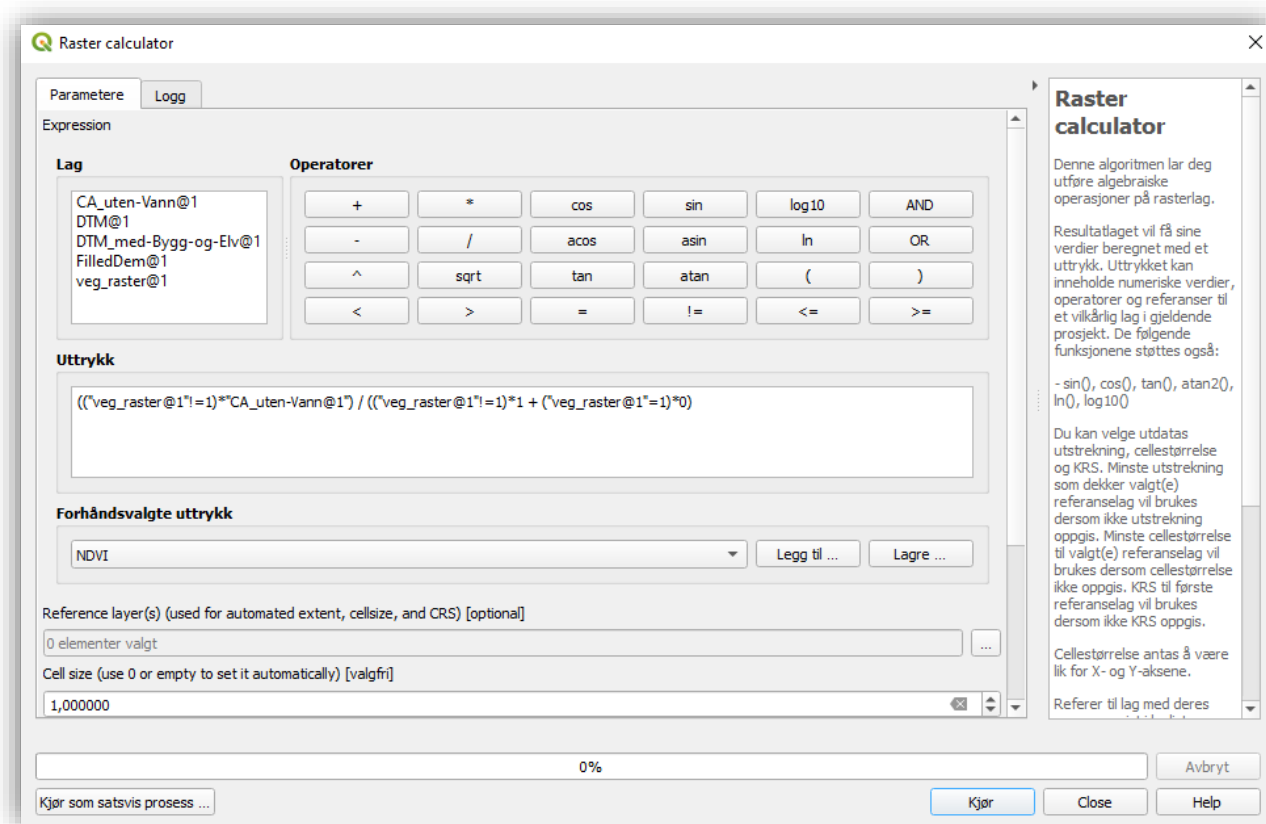
Husk på at du også her må fjerne avhukingen for å få med celler som har null data:



For å sette celler som går over veier til «NoData», så bruker vi følgende formel i "Raster calculator".

Raster Calculator (Prosessering verktøykasse/Raster calculator)

- Reference layer: **Velg ønsket referanselag**
- Uttrykk: **$((\text{"veg_raster@1"}=1)*\text{"CA_uten-Vann@1"}) / ((\text{"veg_raster@1"}=1)*1 + (\text{"veg_raster@1"}=1)*0)$** - Dette setter cellene med verdi 1 (*vegcellene*) til «Ingen data» / «Nodata».
- Cell size: **1**
- La resten stå som det er.
- Output: **Gi filen et fornuftig navn – F.eks. CA_uten-Vann-og-Veg**



2.6. Definere et elvenettverk fra Flow Accumulation

Fra gransking av FKB-vann har vi funnet ut at et godt estimat for å si at en elv er til stede er at nedbørsfeltet/akkumulerte celler må være på mer enn 0,5 km² (eller 500 000 celler à 1m²). Det vil si at vi nå definerer hvor elven begynner (... eller hvor en celle har akkumulert minst 500 000 andre celler). Resultatet er et elvenettverk.

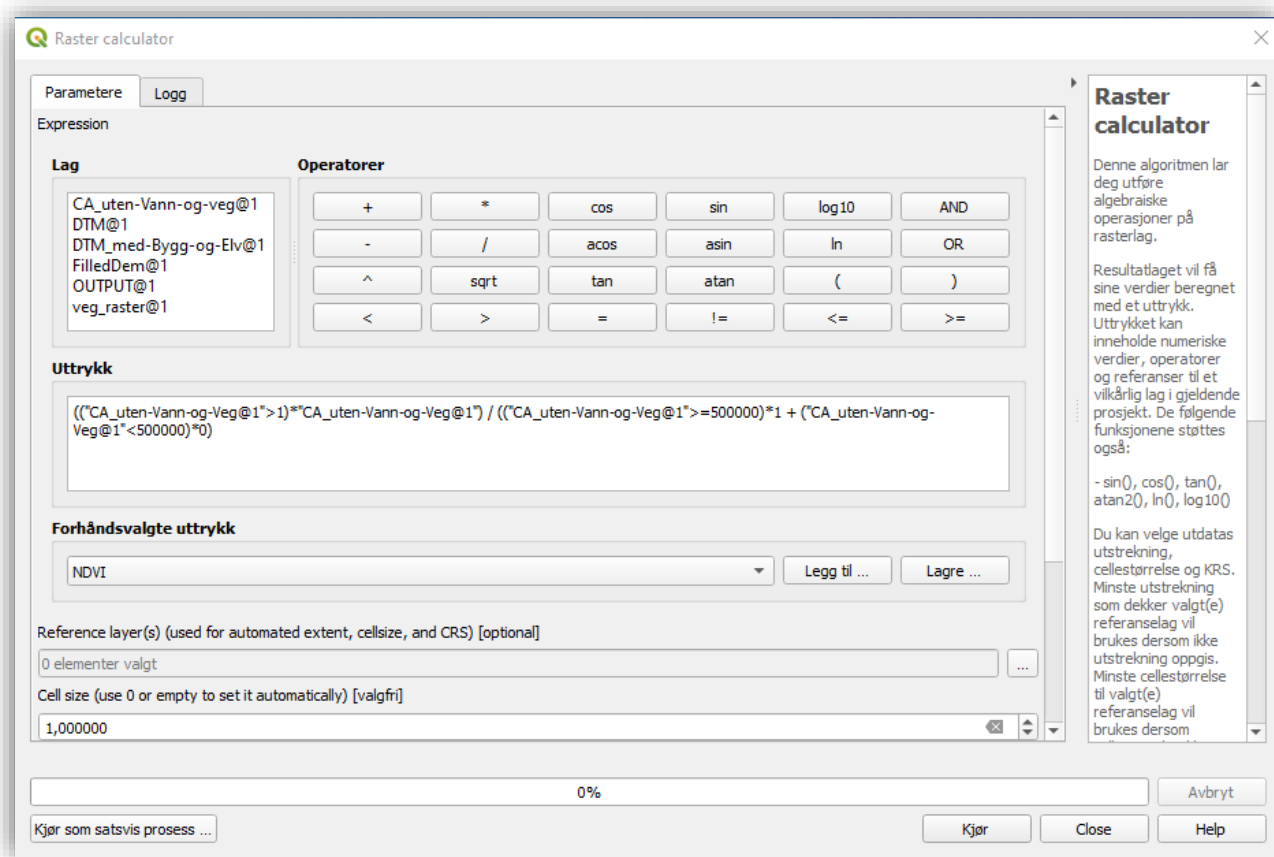
I punkt 2.4. ble det vist hvordan vi enkelt kan visualisere dette. (Repetisjon: Ta filen **CA_uten-Vann-og-Veg** og gå inn i Properties/Symbology og sett fargen til de første klassene 0 – 5000 og 5000 – 500 000 til «**No Color**».)

Men selv om vi ikke ser data er de fortsatt der. Nå skal vi sette verdiene mindre enn 500 000 til «NoData». Dette må gjøres for at analysen kun skal gjelde elve-nettverket som vi har definert.

Fjerne celler med verdi mindre enn 500 000

Raster Calculator (Prosessering verktøykasse/Raster calculator)

- Velg følgende uttrykk: **$((\text{"CA_uten-Vann-og-Veg@1"} > 1) * \text{"CA_uten-Vann-og-Veg@1"}) / ((\text{"CA_uten-Vann-og-Veg@1"} \geq 500000) * 1 + (\text{"CA_uten-Vann-og-Veg@1"} < 500000) * 0)$**
Hvis større enn 500000, så beholdes verdien. Hvis ikke skal data settes til «NoData».
- Reference layer(s): **F.eks. den originale terrengmodellen**
- Cell Size: **1**
- Output file: **F.eks. CA_GT500**



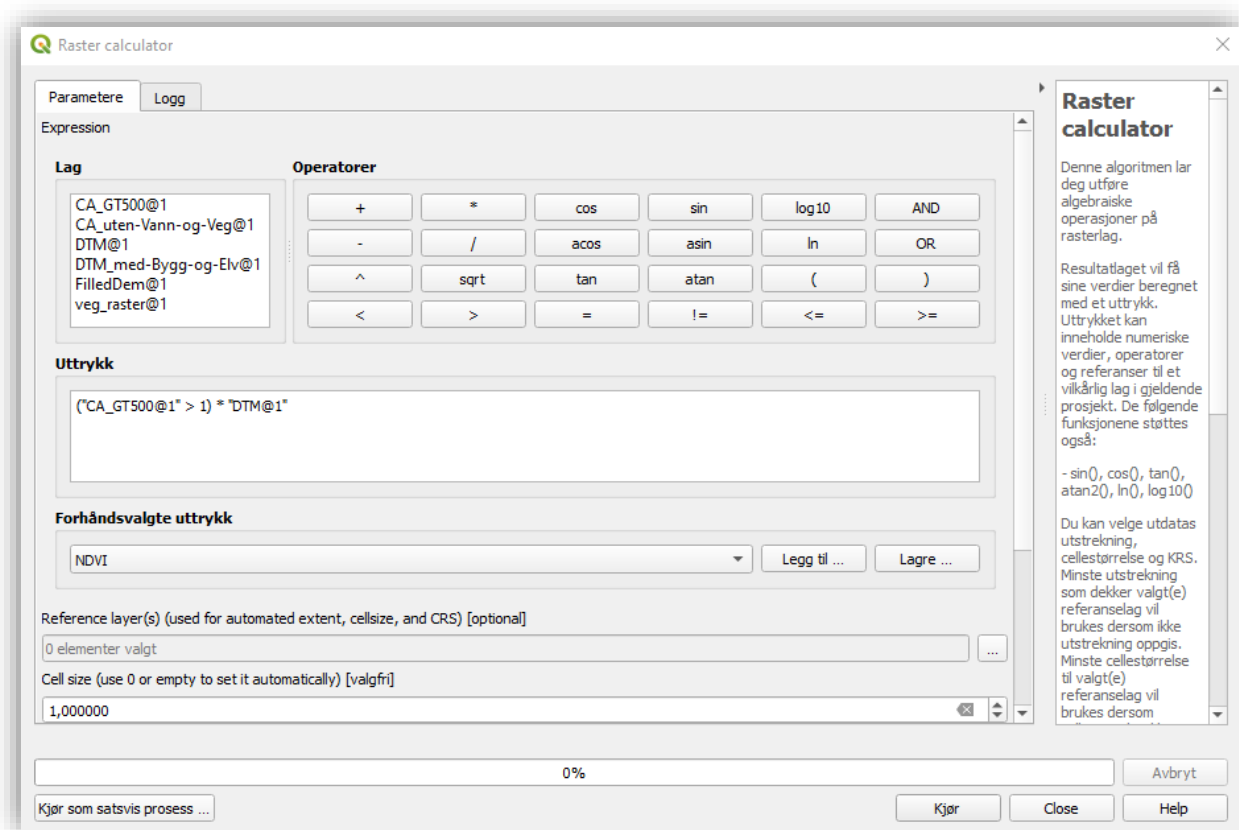
3. Hente høyde over havet

Definere et høydeplan (100 meter bredt analyseområde) 90 grader på elveløpet, for hver celle i elva.

3.1. Hente høyde på dreneringslinjerlinjene

Raster Calculator (Prosessering verktøykasse/Raster calculator)

- Velg følgende uttrykk: **("CA_GT500@1" > 1) * "DTM@1"**
- Reference layer(s): **Et av lagene du jobber med.**
- Cell Size: **1**
- Output file: **F.eks. CA_GT500_hoyde**



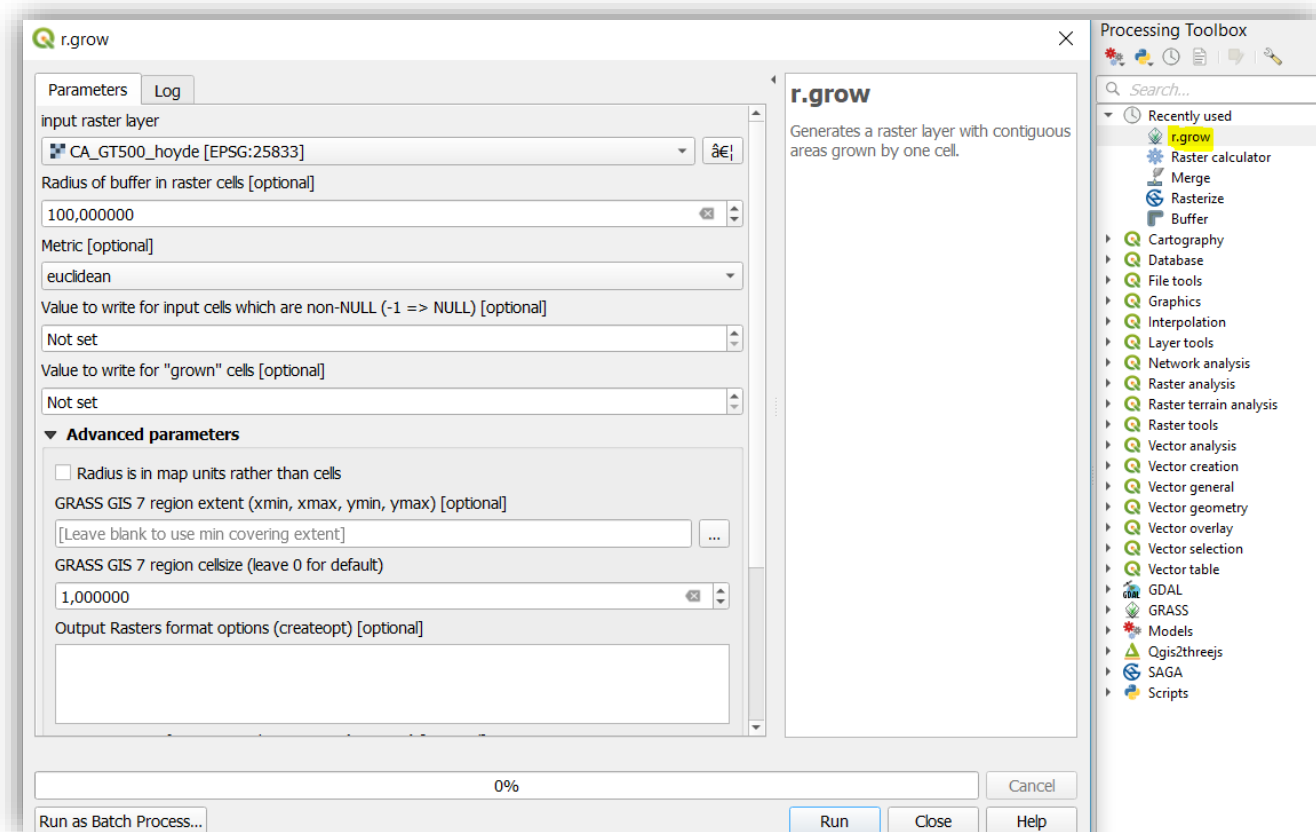
DTM som det er kjørt «Fill Sink» på gir et «mykere» resultat. Original DTM gir et dårligere bilde; Hakkete flomavgrensning pga «sink holes», men det er mulig at dette gir et riktigere bilde. Kjører videre på dette! Blir mer eller mindre borte ved overgang til vektor-datasett ved endelig etablering av flomsone-kartet.

3.2. Beregne Euclidean Allocation

Sprer verdien av en celle til en bestemt radius (100 m).

Raster grow (Prosessering verktøykasse/GRASS/r.grow)

- Input raster layer: **CA_GT500_hoyde**
- Radius of buffer in raster cells: **100**
- Metric: **Euclidean**
- Cell size: **1**
- La resten stå som det er.
- Output: **Navn som gir mening for deg – f.eks. CA_GT500_hoyde_EucAll**





4. Beregne potensiell vannstandsstigning for en 500-års flom

I NVEs Rettleiar 3/2015: Flaumfare langs bekker – råd og tips om kartlegging:

Råd om flaumberekning for små nedbørfelt

I små nedbørfelt manglar ein ofte tilstrekkelege målingar for å bestemme vassføring eller vasstand ved ulike flaumstorleikar. I slike tilfelle kan ein nytte ulike framgangsmåtar for å estimere flaumvassføringar og/eller flaumvasstand (pkt. 1-4). I tillegg er metoden for tradisjonell flaumsonekartlegging omtalt (pkt. 5).

1. *Erfaringstal frå norske vassdrag: Å nytte erfaringstal frå norske vassdrag er ein måte å anslå potensiell vasstandsstigning frå normalvassføring til ein 500 års flaum. Den estimerte stigninga etter denne regelen er avhengig av storleiken på nedbørfeltet. For nedbørfelt på 1-500 km² vil vasstanden under ein 500 års flaum auke mellom 2 og 8 meter, for nedbørfelt > 500 km² vil auken vere ca. 8 meter (jf. formelen under). Ved bruk av formelen må ein rekne med ei overestimering på mellom 1-6 meter for dei fleste elvar. Formelen er ikkje eigna for strekningar som har forhold som gir stor oppstuvning, til dømes samle/låge bruer, kulvertar, innsnevringar av elveløpet og igjentetting. For slike elvestrekningar må ein bestemme flaumnivå ved hjelp av ein hydraulisk modell. Formelen gir mest realistiske resultat på flate elvestrekningar. I bratte elvar vil regelen i dei fleste tilfelle overestimere vasstandsauken kraftig. Her er det også andre utfordringar som fare for erosjon og at elva kan ta nytt løp.*

2. Erfaringstal viser at forholdet mellom nedbørfeltareal og vasstandstigning (i meter) er:
- 0-1 km² Vasstandsstigning $dH(m) =$
 - 1-500 km² Vasstandsstigning $dH(m) = 0,965 * \ln(\text{Areal}) + 2$
 - >500 km² Vasstandsstigning $dH(m) = 8$

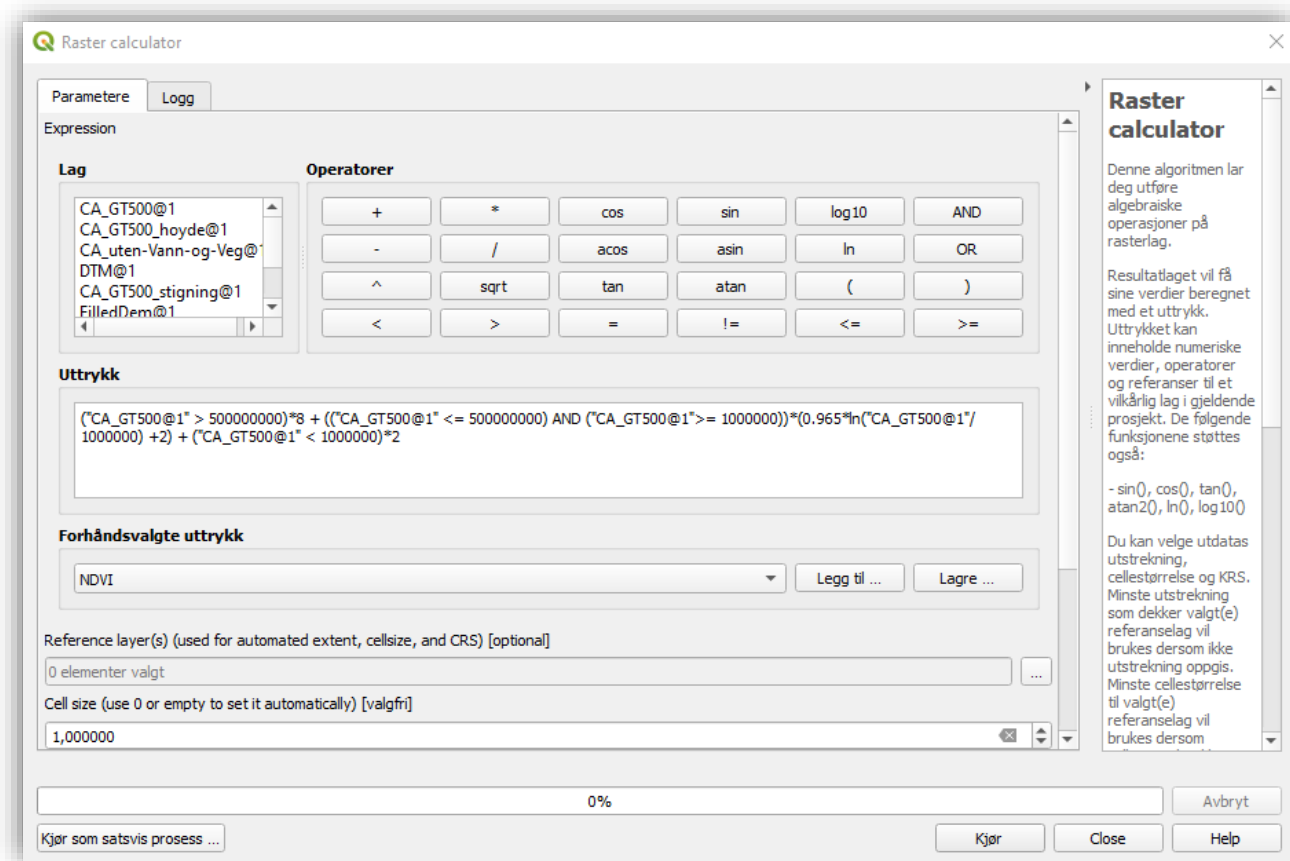
Vi vil beregne for hver celle i elvestrengen hvor høy den maksimale vannstandsstigningen blir. Dette vil vi bruke til å definere et høydeplan (100 meter bredt analyseområde) 90 grader på elveløpet med tilhørende tall for vannstandsstigningen.

For å beregne hvor stigningen skal være 2 meter og hvor stigningen skal være « $0,965 * \ln(\text{areal av nedbørsfelt i km}^2) + 2$ » og evt. 8 meter, må vi ta utgangspunkt i akkumulerte verdier. (Siden cellestørrelsen er 1m² vil tallet i cellene representere nedbørsfeltet i m².) (Ln=Den naturlige logaritme)

4.1. Beregne 2-8 meter stigning fra elvestrengen

Raster Calculator (Prosessering verktøykasse/Raster calculator)

- Velg følgende uttrykk: **("CA_GT500@1" > 500000000)*8 + ("CA_GT500@1" <= 500000000) AND ("CA_GT500@1">= 1000000))*(0.965*ln("CA_GT500@1"/1000000) +2) + ("CA_GT500@1" < 1000000)*2**
- Hvis akkumulert celleverdi (nedbørsfelt) er større enn 500 km² gis verdien 8. Hvis akkumulert celleverdi (nedbørsfelt) er mindre eller lik 1km² gis verdien 2, ellers gis verdien $0,965 * \ln(\text{celleverdien}/1000000) + 2$.
- Reference layer(s): **Et av lagene du jobber med.**
- Cell Size: **1**
- Output file: **F.eks. CA_GT500_stigning**



4.2. Beregne Euclidean Allocation

Raster grow (Prosessering verktøykasse/GRASS/r.grow)

- Input raster layer: **CA_GT500_stigning**
- Radius of buffer in raster cells: **100**
- Metric: **Euclidean**
- La resten stå som det er.
- Output: **Gi filen et forståelig navn – f.eks. CA_GT500_stigning_EucAll**



Buffersonen kan se slik ut

5. Lage hensynssone

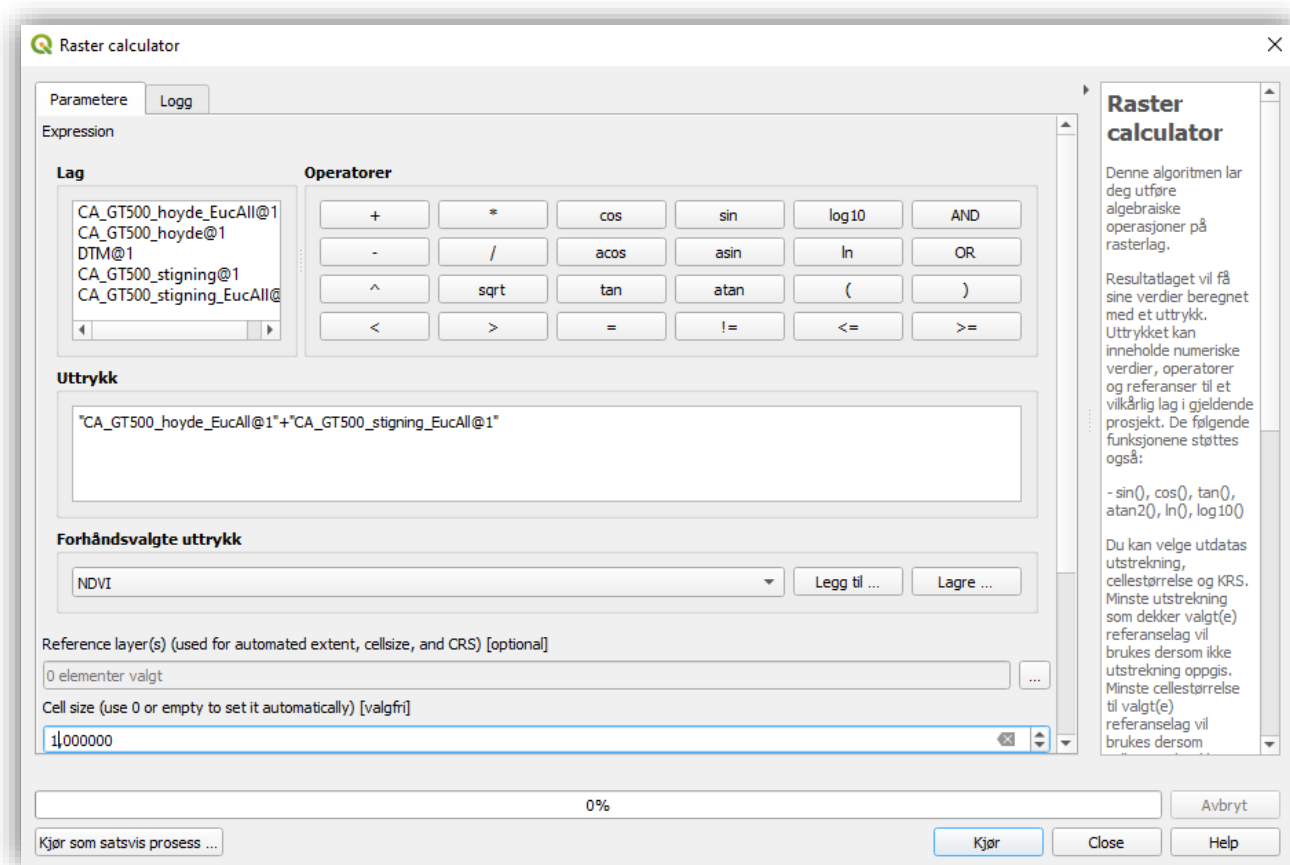
5.1. Beregne vertikal stigning i m.o.h

For å finne den absolutte høyden (m.o.h.) for vannstandsstigningen, må vi legge sammen verdiene fra «høydeplanet» og verdiene fra «vannstandsstigningsplanet».

Legg sammen høydeplan (i m.o.h.) og planet for den relative vannstandsstigning fra Euclidean Allocation-beregningene

Raster Calculator (Prosessering verktøykasse/Raster calculator)

- Velg følgende uttrykk:
"CA_GT500_hoyde_EucAll@1"+"CA_GT500_stigning_EucAll@1"
- Reference layer(s): **Lag du jobber med**
- Cell Size: **1**
- Output: **Elv_TotVannstigning**



For å finne de områdene som blir oversvømt må vi trekke terrenngmodellen fra den absolutte høyden for vannstandsstigningen.

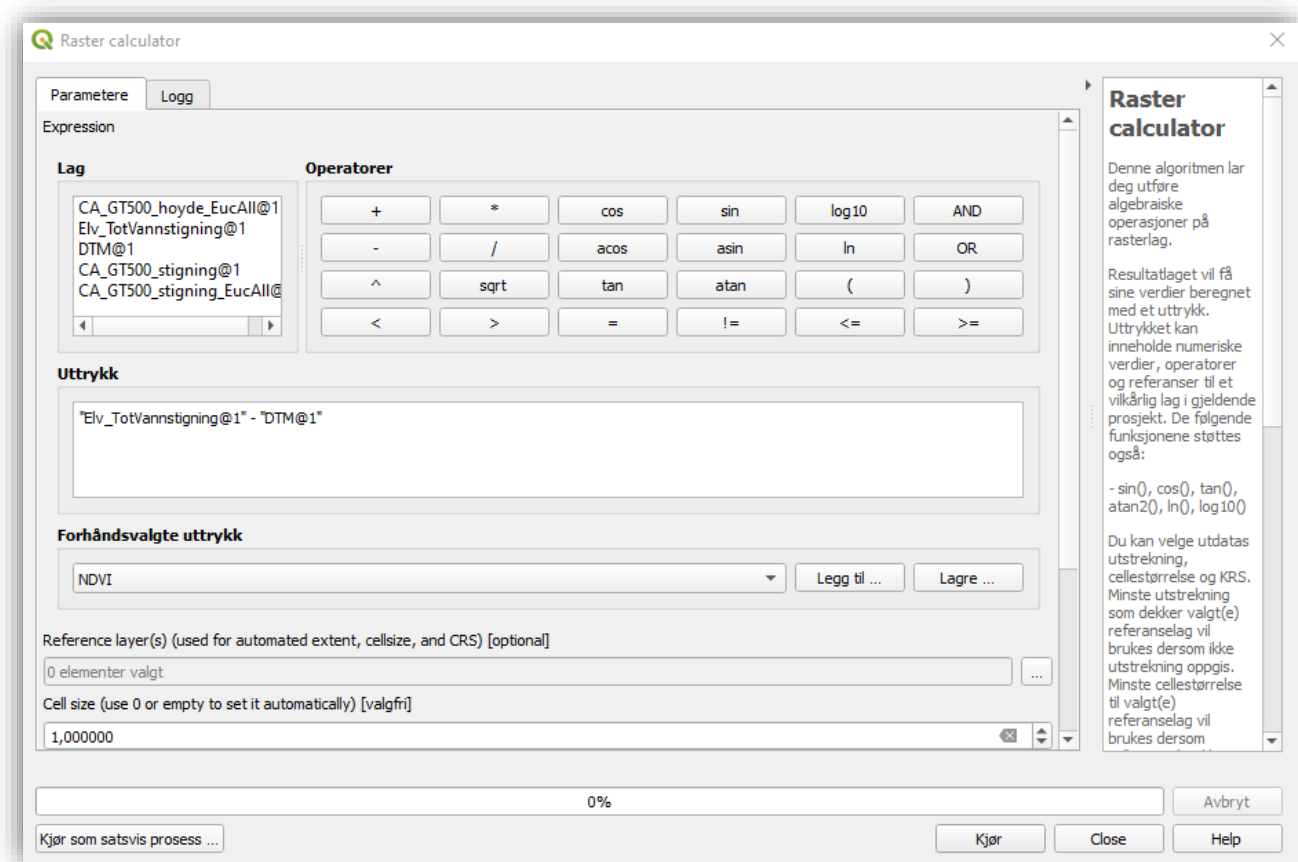
5.2. Finn oversvømt område

Trekk terrenngmodellen fra den absolutte vannstigningen (i moh)

Raster Calculator (Prosessering verktøykasse/Raster calculator)

- Velg følgende uttrykk: **"Elv_TotVannstigning@1" - "DTM@1"**

- Reference layer(s): **Lag du jobber med**
- Cell Size: **1**
- Output: **Flomareal**

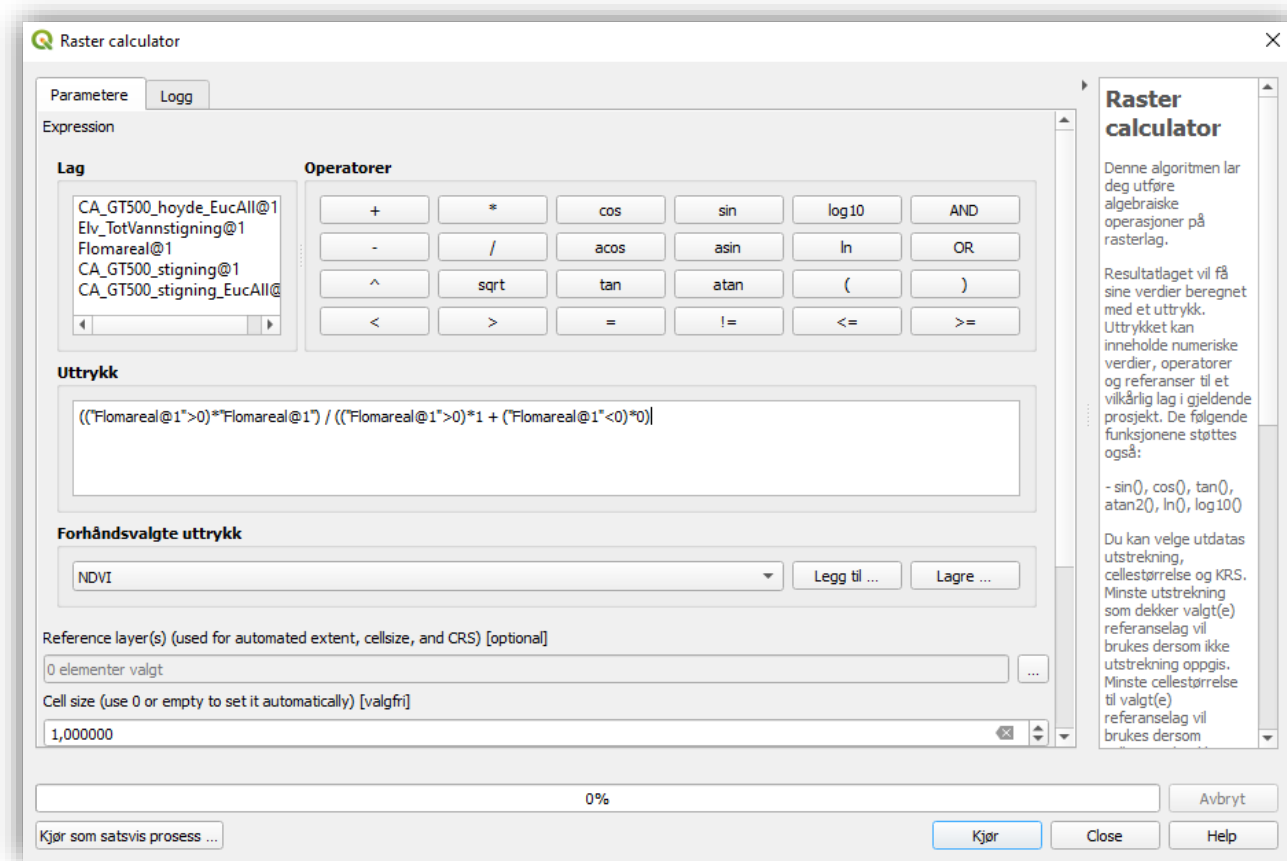


5.3. Opprydding - Sett nullverdi for alle celler som har negativ verdi

Minus (-) verdier må fjernes fordi det er verdiene som ligger under vår terrengmodell.

Raster Calculator (Prosessering verktøykasse/Raster calculator)

- Velg følgende uttrykk: **((**"Flomareal@1"**>0)**"Flomareal@1"**) / ((**"Flomareal@1"**>0)***1** + (**"Flomareal@1"**<0)***0**)**
- Reference layer(s): **Lag du jobber med**
- Cell Size: **1**
- Output: **Flomareal_pos**

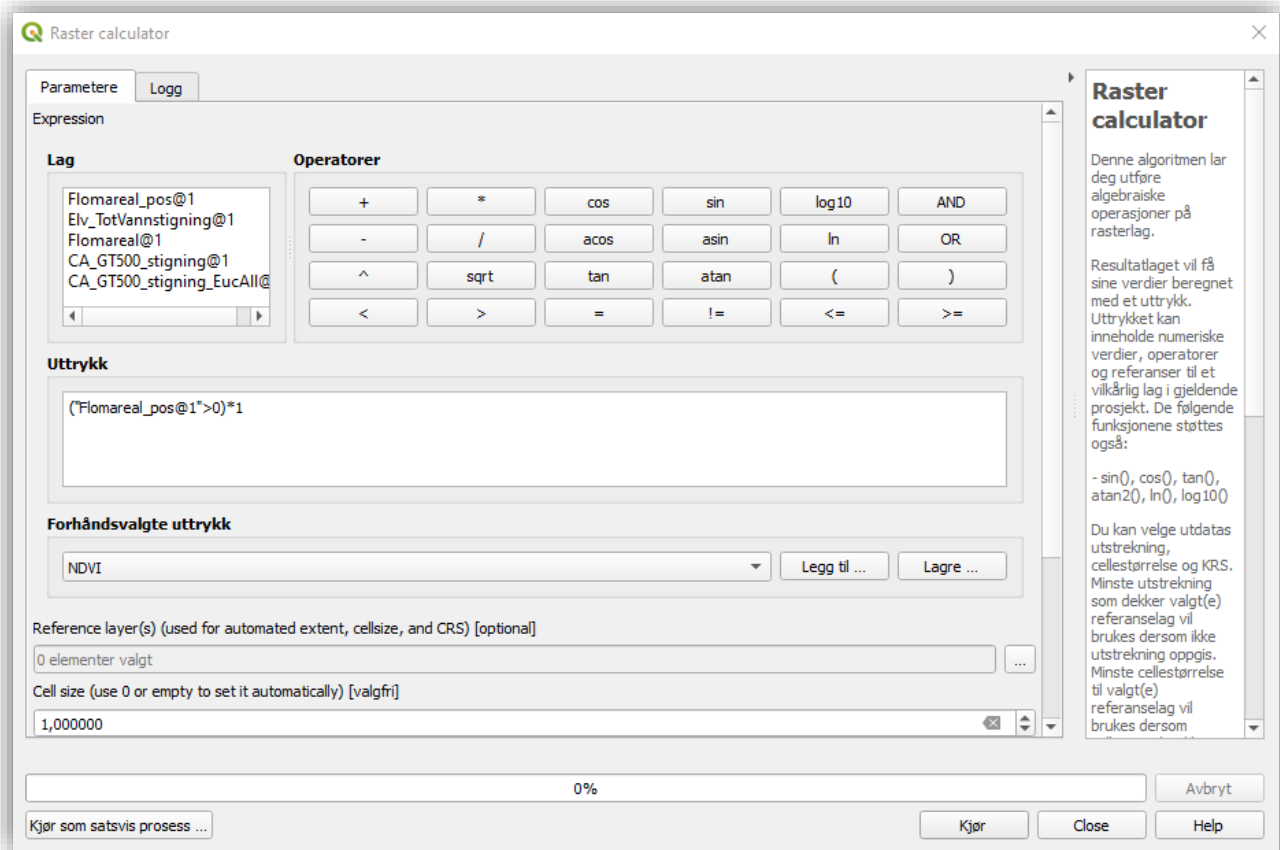


5.4. Reklassifiser alle stigningsverdiene til et felles heltall (Integer)

Vi skal konvertere aktsomhetsområdene til vektordata. Verdiene må da gjøres om til heltall (Integer). Dette kan f.eks. gjøres ved å reklassifisere alle stignings-verdiene (desimaltallene for stigningsnivå) til en felles verdi.

Raster Calculator (Prosessering verktøykasse/Raster calculator)

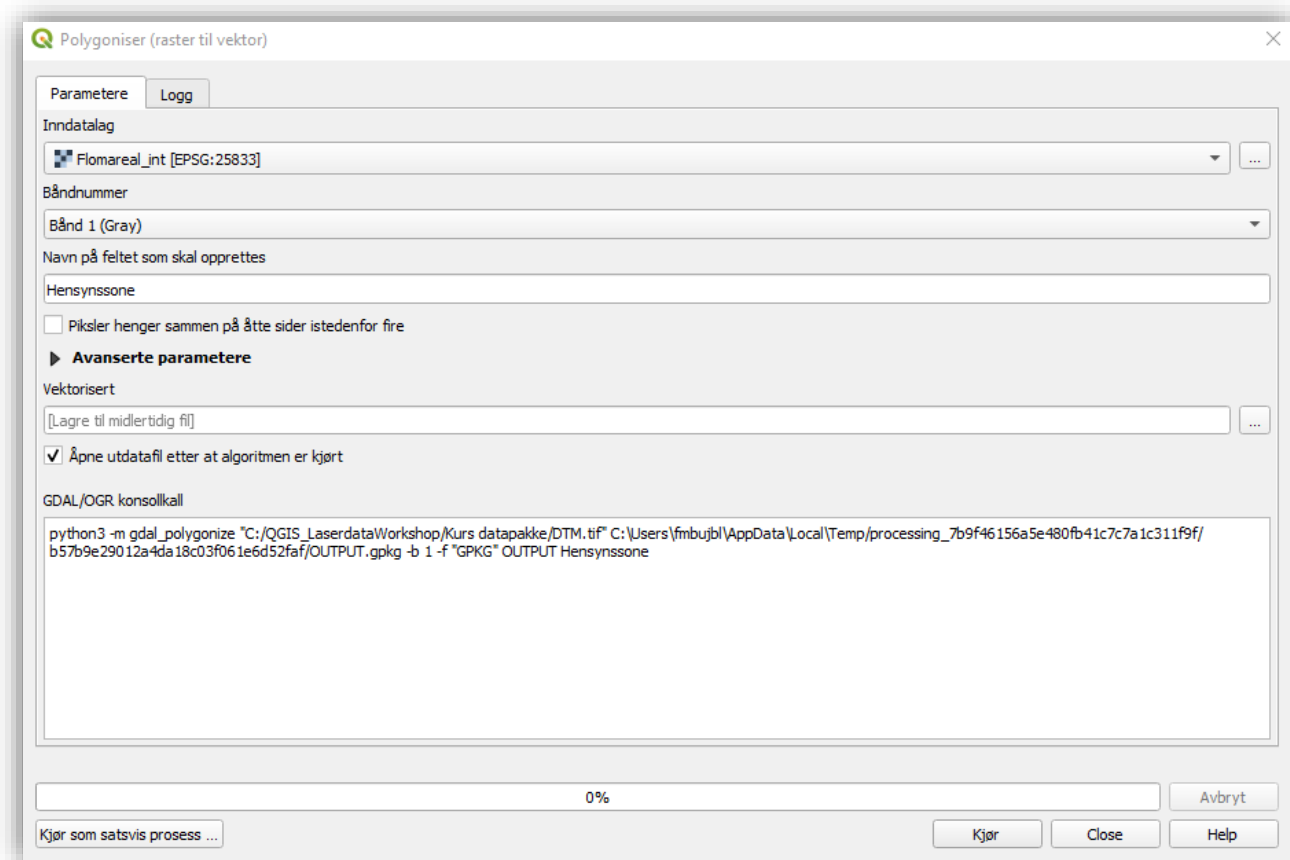
- Velg følgende uttrykk: **(\"Flomareal_pos@1\">0)*1**
Setter verdien til alle celler med verdi over 0 til 1.
- Reference layer(s): **Lag du jobber med**
- Cell Size: **1**
- Output: **Flomareal_int**



5.5. Konvertere aktsomhetsområdene til vektordata

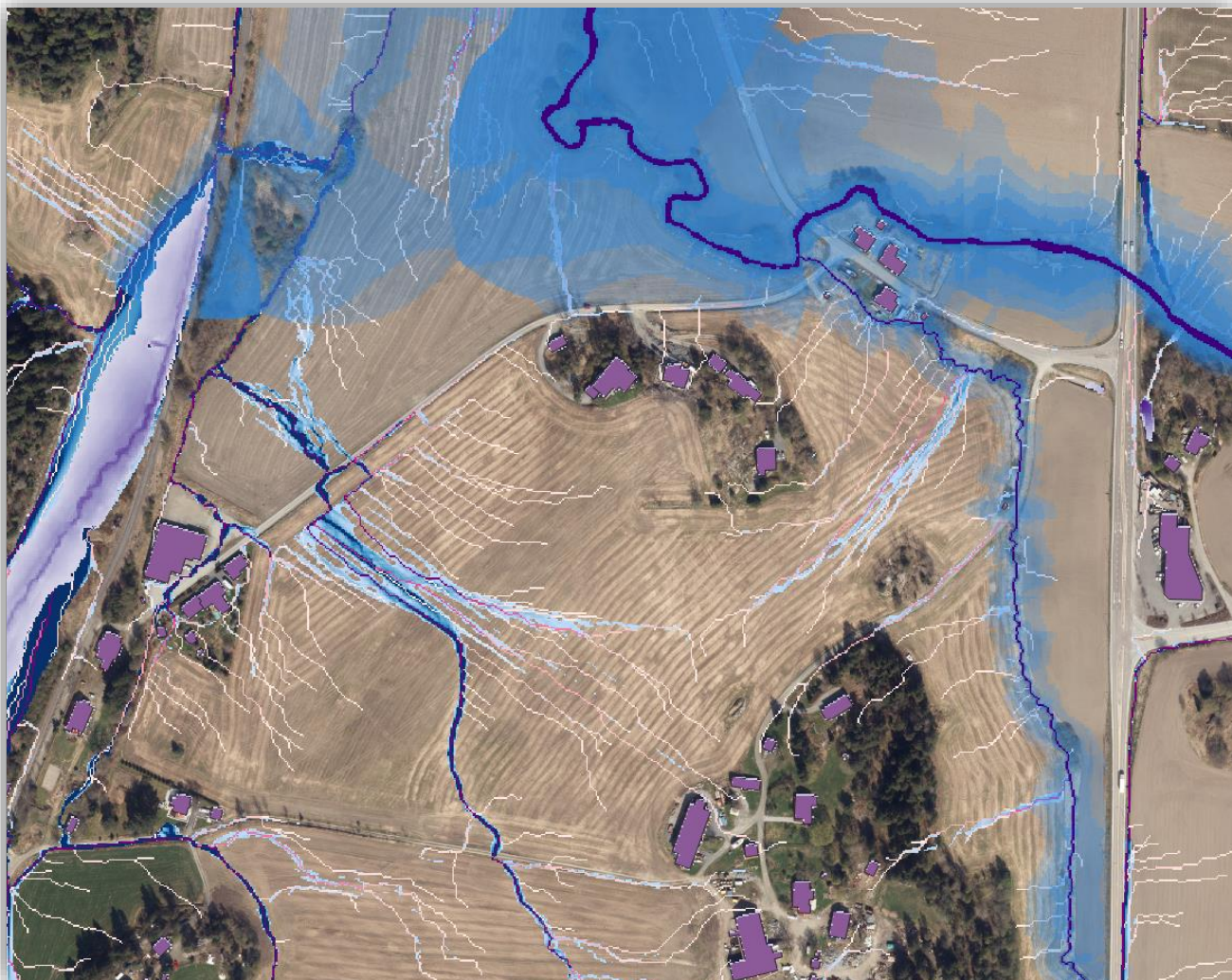
Polygoniser (raster til vektor) (Raster/Konvertering/Polygoniser (raster til vektor))

- Input raster: **Flomareal_int**
- Name of field to create: **Hva du vil – f.eks. Hensynssone**
- Vektorisert: **Ønsket navn for sluttresultat / eventuelt la det stå tomt for å lagre resultatet som midlertidig fil.**



GRATULERER! – Du har nå gjennomført en forenklet flomanalyse!

6.0. Sett sammen det du har lært, og du kan lage Aktsomhetskart flom med flere moment



«Elveflom etter NVEs formel» viser vannstandsstigning som blir større jo større nedbørsareal. I bildet er flomvannstand lagt inn med 1m terskler med forskjellig gjennomsiktighet.

Dreneringslinjer «SingleFlow» (rød linje) drenerer ett piksel til laveste nabopiksel og gir en tynn linje i terrengets lavbrekk (Starter ved 500m²)

Dreneringslinjer «MultiFlow» (Blå linjer/skygger) drenerer ett piksel til alle piksler som er lavere enn seg selv og gir en bredpenslet linje i terrengets lavbrekk. (Starter ved 500m²)

Lavpunkt/Forsenkning (lilla)viser areal som ikke har naturlig drenering der vann vil samle seg om det ikke ligger en stikkrenne eller grunnen naturlig er godt drenert.

7.0. Omvei(er)

Fra punkt 1.2.4

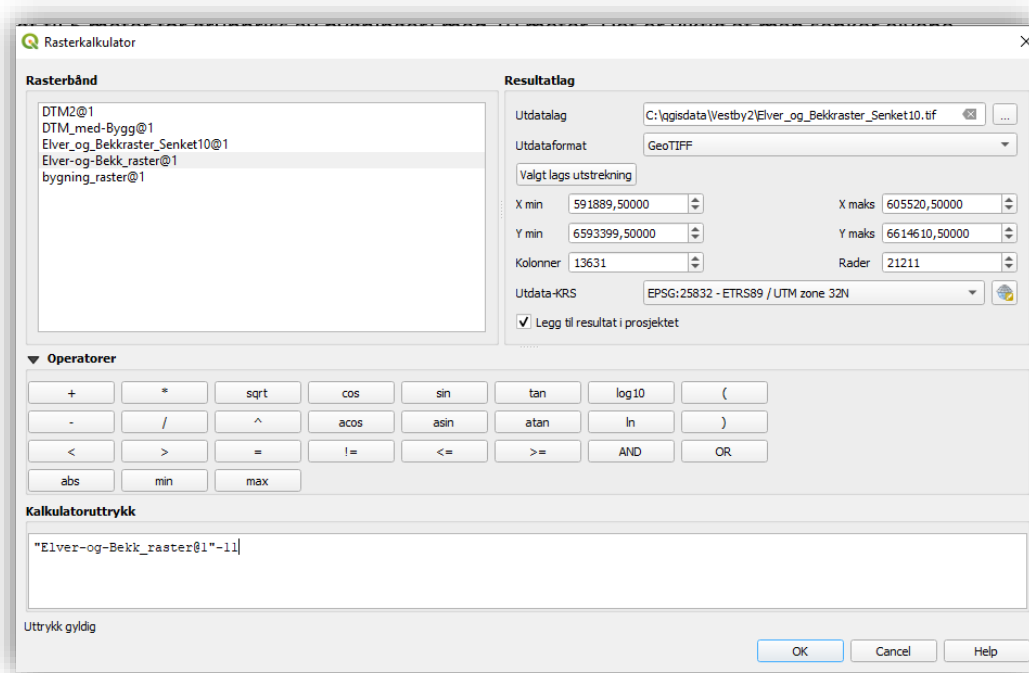
* (Av og til feiler denne formelen hos noen installasjoner. Se alternativ i 2 step bakerst i dokumentet)

Når formel for å brenne ned vann 10m feiler, kan man kjøre følgende 2 stapp:

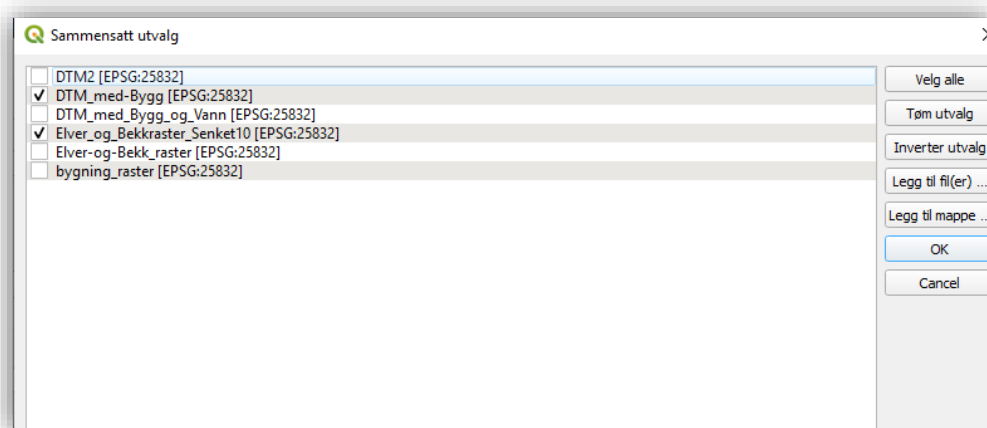
1. Kjører rasterkalkulator og beregner "-11m" på "Elver-og-Bekk_raster". Dette gir verdien -10 på vannpikslene i resultatfilen.



Ved kjøring av denne kalkulasjonen må nullverdi "0" være valgt.

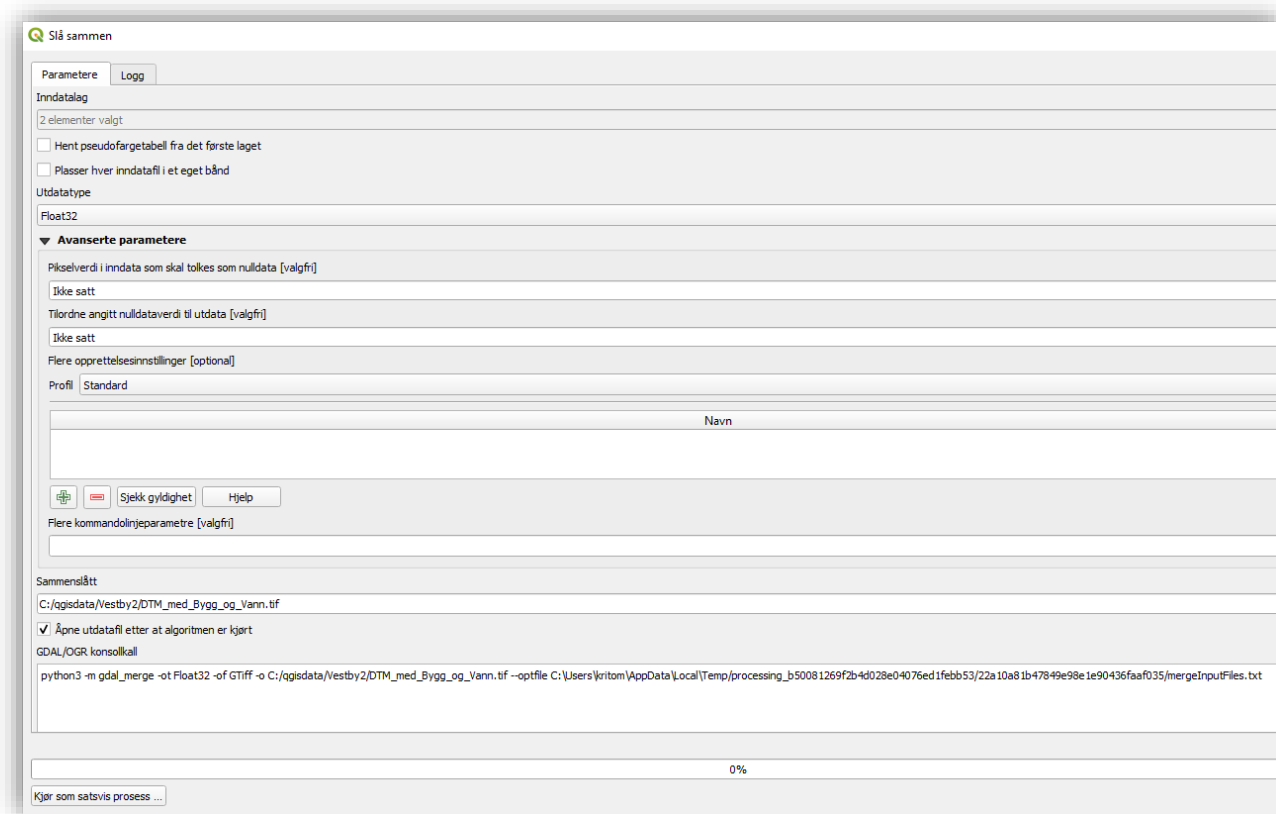


- Legg inn "-11" og utdatafil (F.eks: "Elver_og_Bekkeraster_Senket10") i kalkulator.
2. Så slår du sammen "DTM_med-bygg" med "Elver_og_Bekkeraster_Senket10". (**Nå må du fjerne avkryssing på nullverdier igjen før du starter**).



Velg de to datasettene som skal slås sammen

Velg utdatafil (F.eks: "**DTM_med-Bygg-og-Elv** ") og kjør.



Gå tilbake til neste punkt i oppskriften.