

ArcGis-metode for å identifisere aktsomhetsområder for steinsprang

... eller «Steinsprang for Dummies»



Figuren viser aktsomhetsområder for steinsprang

Innhold

Datagrunnlag og bruk av metoden.....	1
Forbehold	1
Vokabular	1
0 Forberedelse til analysen	4
0.1 Endring av negative verdier i terrengmodellen.....	4
0.2 fylling av groper i terrengmodellen.....	5
1 Finne utfallsområder for steinsprang.....	6
1.1 Finne brattheten til terrenget.....	6
1.2 Bestemme hvor mulige løsnepunkt for steinsprang ligger.....	8
1.3 Finne punkter hvor steinsprang begynner å bremse	18
1.5 Sammenkobling av løsnepunkter mot bremsepunkter	24
1.6 Utskilling av høyeste løsnepunkt per drensområde.....	35
1.7 Beregning av alfa og beta vinkler.....	40
1.8 Markering av utløpsområder for potensielle løsnepunkter.....	45
2 Hvordan sette sammen resultatene til et ferdig aktsomhetskart	61
2.1 Sammenslåelse av raster	61
2.2 Buffer.....	64
Kilder	66

Datagrunnlag og bruk av metoden

Aktsomhetskart for steinsprang er i denne metoden gjort ved bruken av en terrengmodell, hentet fra Kartverket sin konstruerte «Nasjonal detaljert høydemodell» (NDH), og automatiske beregningsprosesser. Prosessene er i denne manualen gjennomgått i detalj og viser hvordan aktsomhetskart blir konstruert utifra terrengmodell som eneste datagrunnlag.

Terrengmodellen sin oppløsning (eller «ground sample distance» (GSD)) er, i denne manualen, valgt til å være 2 meter. Ved valg av denne oppløsningen vil løsneområder med mindre høydeforskjell enn 2 meter ikke være synlige, og falle utenfor kartleggingen. Terrengmodellens oppløsning er valgt ettersom høyere oppløsning (GSD = 1m) vil gi mange ekstra småområder uten å bidra i vesentlig grad til oppdagelsen av nye interessante steinsprangområder. Valg av lavere oppløsning (GSD = 5m) førte derimot til ekskludering av små løsneområder som er av interesse, og er bestemt til å være for lav.

Aktsomhetskartet som blir produsert ved bruk av beskrevet metode og oppløsning forsøker å inkludere små vesentlige skrenter. Hovedsakelig små skrenter som uteblir i andre aktsomhetskart for steinsprang med lavere oppløsning. Nytteverdien av disse kartene vil derfor gi størst bidrag der terrenget inneholder mange, og relativt små, skråninger. For områder med tydelige konturer i landskapet, eksempelvis store fjell og dalfører, vil anen produksjonsmetodikk og oppløsning være mer gunstig.

Forbehold

Aktsomhetskart produsert på bakgrunn av dette skrevet er kun ment som tidlige undersøkelser av geologiske forhold. De erstatter på ingen måte grundigere geologiske undersøkelser, og bør hverken legges som grunnlag for byggesaker eller ellers overtolkes i beslutningssituasjoner. Aktsomhetskartene erstatter på ingen måte fare- eller risiko-kart, og slike bør fortsatt konstrueres der det er nødvendig.

Aktsomhetskart som blir produsert på bakgrunn av denne malen er ment som et tilskudd til allerede eksisterende aktsomhetskart. Kartenes hensikt er å gi ytterligere innsikt i løsne- og utfalls-områder for henholdsvis små, potensielle, løsneområder for steinsprang, og bør benyttes i kombinasjon med eksisterende aktsomhetskart der det finnes.

Vokabular

Aktsomhetskart

Skredanalysene utført i denne oppgaven er av type aktsomhetsanalyser, og resulterer i aktsomhetskart. Slike analyser baserer seg på enkle terrengdata, som en terrengmodell og eventuelt eksisterende geologiske data, og viser kun hvor det er mulighet for skredfare.

Resultatområdene inkluderer løsneområder og automatisk beregnede utfallsområder for skred, og indikerer hvor det kan være skredfare. I disse områdene må det derfor gjøres videre geologiske analyser for å avklare den faktiske skredfaren. Utarbeidelse av aktsomhetskart er ment til å gi opplysning om hvor det er behov for ytterligere analyse, og må ikke benyttes til å beskrive den faktiske skredfaren for et område.

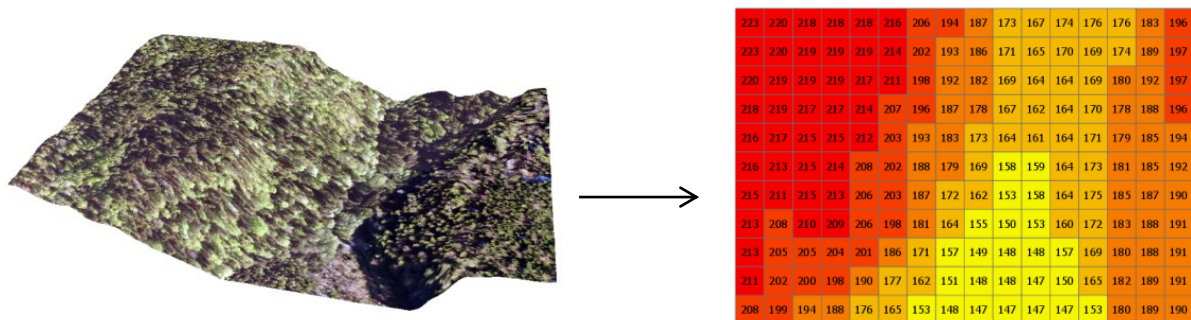
Aktsomhetskartene er som regel konservative, og vil bli mindre dersom man foretar mer nøyaktige undersøkelser av faren for skred i samme område. Aktsomhetskart benyttes derfor i forkant av byggeprosjekter, og ellers i bebygde områder for å undersøke om det bør gjennomføres en mer nøyaktig geologisk kartlegging. (NVE, 2011b, 2011a)

Steinsprang

Steinsprang er her definert som bergartsfragmenter som løsner fra en fjellskrent. Fragmentene beveger seg fallende, sprettende og rullende til utflating av terrenget gjør at de mister fart og stopper. Fragmentene er relativt små i størrelse (få til noen hundre kubikkmeter) og gjennomgår ikke ytterligere fragmentering langs skredbanen. Resultatet av steinsprang er stort sett ur (talus). (Devoli mfl., 2011)

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.



Alfa-beta modellen

Utfallsområdet beregnet i oppgaven er basert på «shadow angle»-konseptet (Heim, 1932). Konseptet tilsier at utfallslengden til et hvilket som helst skred kan beskrives gjennom en bratthetsvinkel(alfa) mellom skredets løsneområde og ytterkanten av dets tilhørende utfallsområde. Basert på dette konseptet er det allerede utviklet en modell for beregning av utfallsområder for snøskred, alfa-beta-modellen (Lied og Bakkehøi, 1980; Bakkehøi, Domaas og Lied, 1983).

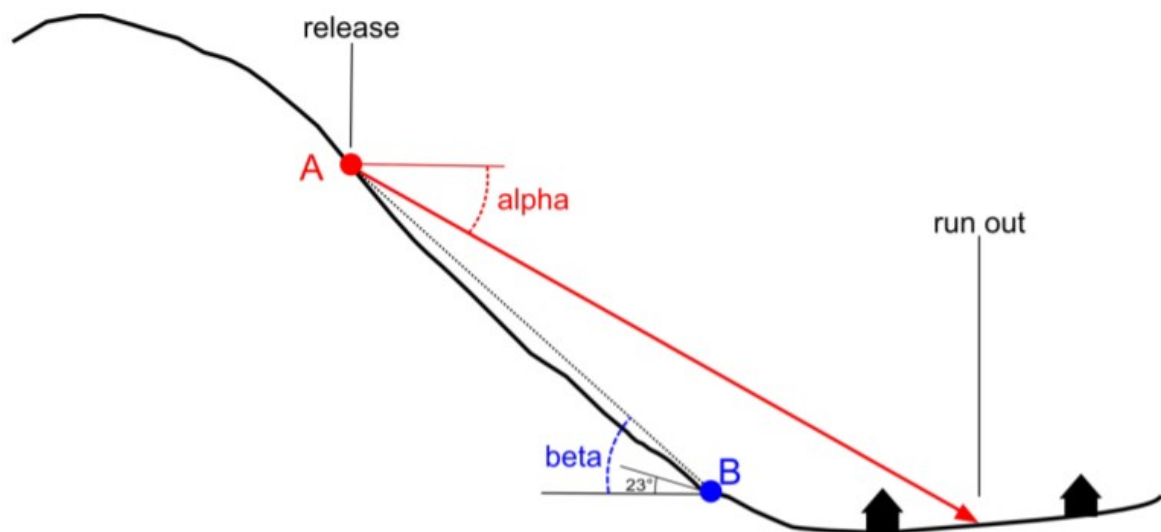
Modellen benytter terrenget og empirisk bestemte koeffisienter basert på tidligere skred for å estimere det maksimale utløpsområdet for snøskred. En slik modell er også konstruert for steinsprang (U Domaas hos NGI), hvor kun de empiriske koeffisientene er annerledes. (Derron, Stalsberg og Sletten, 2016)

Alfa-beta-modellen for beregning av utløpsområdet for skred:

- 1) Løsnepunktet (A) for et skred blir bestemt.
- 2) Skredbanen, med utgangspunkt i A blir plukket ut og dens høydeprofil tegnet opp
- 3) Punktet hvor skredet begynner å bremse (B) bestemmes.
- 4) Vinkelen (beta) mellom linjesegmentet BA og horisontalplanet regnes ut.
- 5) Alfavinkelen beregnes på bakgrunn av det statistiske forholdet mellom alfa og beta, som ligger til grunn for alfa-beta-modellen. $\alpha = m \cdot \beta - n$, hvor m og n er empirisk bestemte koeffisienter.
- 6) Utfallsområdet for skredet bestemmes av skjæringspunktet mellom terrengets høydeprofil og linjestykket med startpunkt i A og skyggevinkel alfa.

Formel:

$$\alpha = 0.77 * \beta + 3.9^\circ \leq 30^\circ$$



Alfa-Beta modellen. Figuren viser en terrengprofil med bestemt løsnepunkt (A), bremsepunkt (B), og tilhørende alfa- og betavinkel. Den røde vektoren viser skredets predikerte utløpslengde. (Derron, Stalsberg og Sletten, 2016)

Drensområde

Et drensområde beregnes for et punkt i terrenget og omfatter alle områder i terrenget hvor en kan nå punktet ved å følge dreneringsnettverket nedover for samme terrenget.



Delineated watersheds (Esri)

0 Forberedelse til analysen

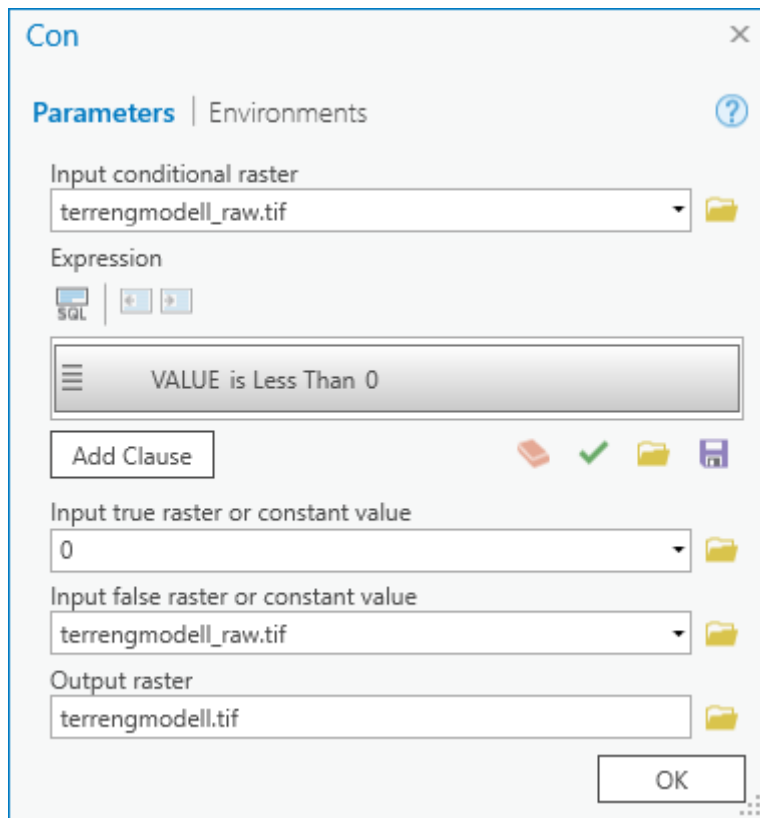
For konstruksjon av aktsomhetskart behøver man kun høydeinformasjonen til et terrenget representert som raster-data. Terrenget er en «Digital Terrenget Modell» (DTM) og representerer kun terrenget med hverken trær eller bygninger. For at metoden skal støte på minst mulig beregningsproblematikk er det nødvendig å behandle terrenget før andre beregningsprosesser påføres. Alle celler som er negative settes derfor til 0 og alle groper fylles igjen, så vi ender opp med en terrengetmodell hvor alt til slutt renner utfor kanten. Terrengetmodell man starter med kalles «terrengetmodell_raw» i dette dokumentet.

0.1 Endring av negative verdier i terrengetmodellen

Før rasteret skal benyttes i analysen bør det renses for negative høydeverdier. Slike verdier er celler i terrengetmodellen som har en høydeverdi under 0. De negative verdiene kan regnes som støy vi har lyst til å korrigere, og som vi derfor endrer til 0. Dette gjøres ved å sette alle de negative verdiene i rasteret til 0 der det er tilfelle. Her anbefales «Con»-verktøyet i ArcGis.

Con:

- Input: terrengetmodell_raw.tif
- Expression: $VALUE < 0$
- Input true raster or constant value: 0
- Input false raster or constant value: terrengetmodell_raw.tif
- Output: terrengetmodell.tif

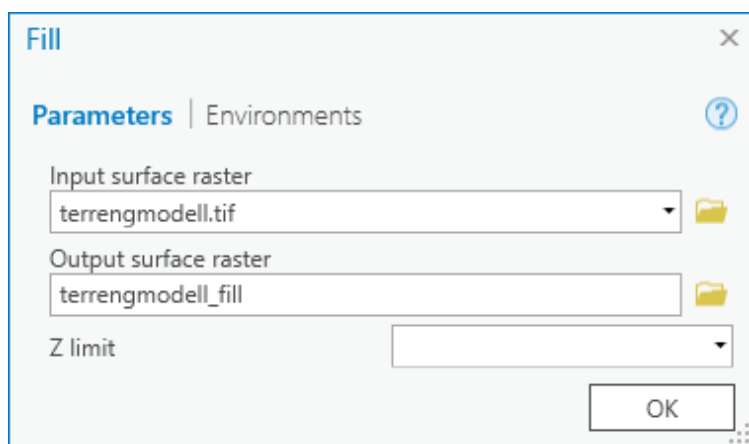


0.2 fylling av groper i terrengmodellen

For å bestemme hvilken vei skredet går er det valgt å følge bratteste helnings retning. Et kriterie for at denne analysen skal fungere er at noe som beveger seg i bratteste retning på terrengmodellen til slutt må nå kanten av terrengmodellen. For at dette skal skje må vi fylle igjen alle groper som eventuelt ville stoppe bevegelsen. Her benyttes verktøyet «Fill» på følgende måte:

Fill:

- Input: terrengmodell.tif
- Output: terrengmodell_fill



1 Finne utfallsområder for steinsprang

For å kunne konstruere aktsomhetskart for steinsprang må vi først finne ut hvor det kan løsne steinsprang, og hvilke områder de vil falle ut over. I denne metoden er alle skråninger med en helning på mer enn 34 grader valgt som potensielle løsneområder for steinsprang, og alfa-beta-modellen til å beregne hvor langt de går.

For å beregne utfallsområdene beregner vi først verdiene en behøver i alfa-beta modellen (løsnepunkt, bremsepunkt, og tilhørende størrelser som posisjon og høyde). Alfa-beta modellen er originalt ment for snitt av terrenget, så vi må finne ut hvilket bremsepunkt som tilhører hvert løsnepunkt. Etter det er gjort lagrer vi all informasjonen som trengs til å regne alfavinkelen, som attributter for hvert løsnepunkt.

Vi sitter nå med en utregnet alfavinkel for hvert løsnepunkt. Denne vinkelen må nå realiseres i terrenget og markere alt område mellom løsnepunktet og der vinkelen krysser terrenget som potensielt utfallsområde. Dette gjøres for alle interessante løsnepunkt. Etter utførelse av dette kapittelet vil vi sitte igjen med et raster-kart over alle områder som endte opp under en slik vinkel.

Under gjennomføringen av dette kapittelet er det også gjort filtrering av hva som menes er interessante løsnepunkter. Mange potensielle løsnepunkt faller ut over samme område og gir overflødig informasjon. De som gir overflødig informasjon, er forsøkt fjernet. I tillegg er det gjort en begrensning når områder markeres som utfallsområde, ved å si at skredet ikke sprer seg i alle retninger, men holder seg innenfor en viss spredning mot sitt tilhørende bremsepunkt. Målet for disse inngrepene er å spare beregningstid.

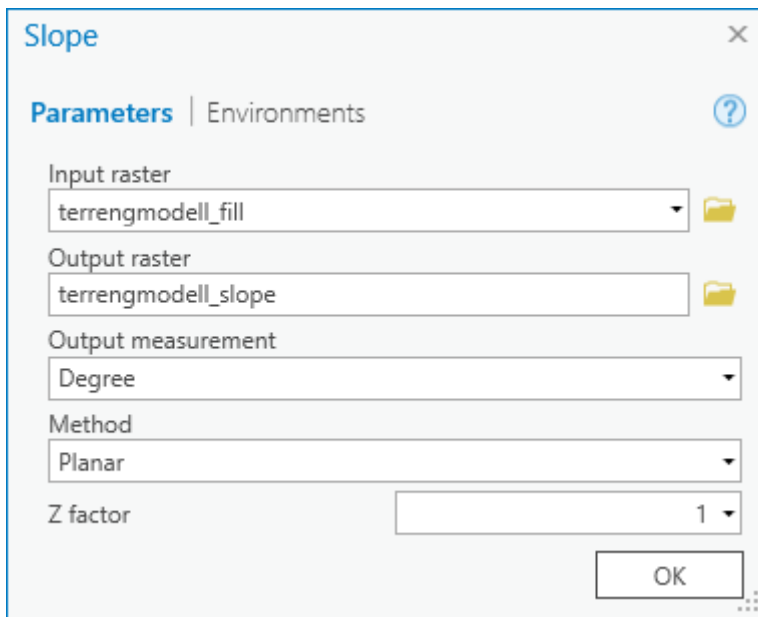
1.1 Finne brattheten til terrenget

Konstruksjonen av utfallsområdene starter med en enkel helningsanalyse for å finne ut hvor bratt terrenget er. Denne brukes senere for å finne ut hvilke områder som er løsneområder og bremseområder for alfa-beta modellen.

Benytt verktøyet «Slope» på «terrengmodell_fill»-rasteret du har laget.

Slope:

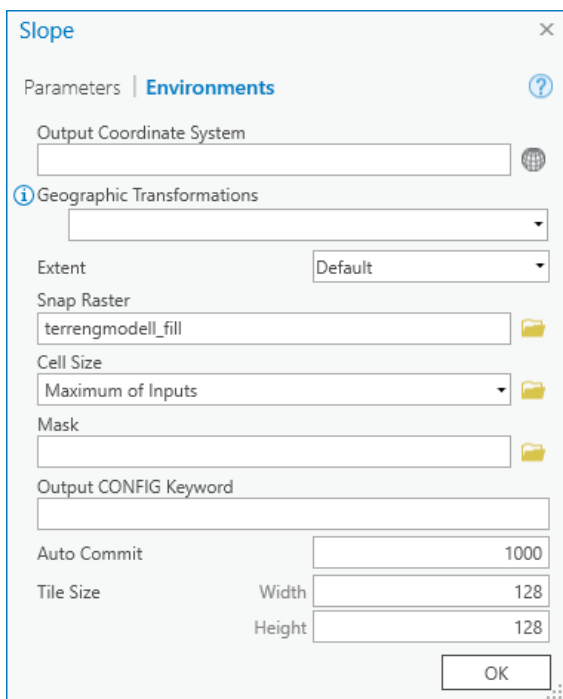
- Input: terrenngmodell_fill
- Output: terrenngmodell_slope



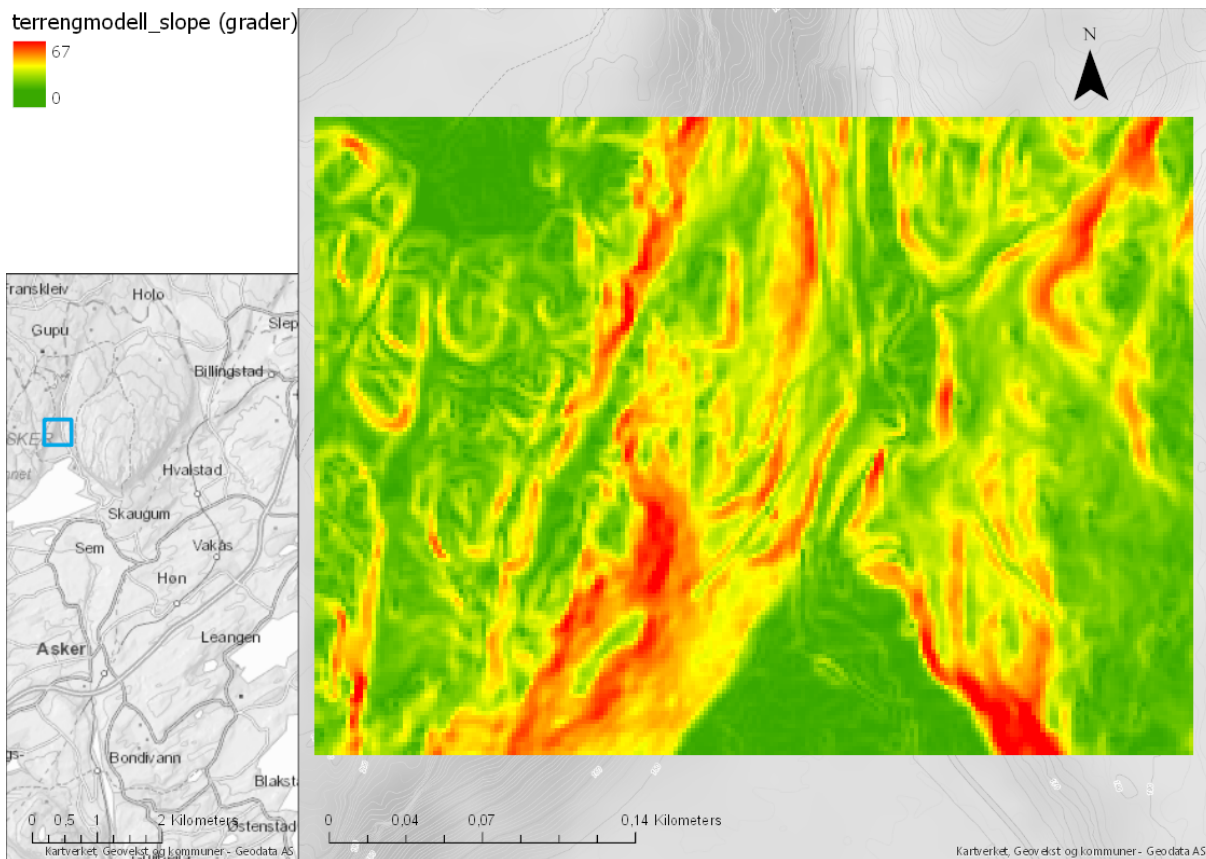
The screenshot shows the 'Slope' tool dialog box with the 'Parameters' tab selected. The 'Input raster' is set to 'terrenngmodell_fill', the 'Output raster' is 'terrenngmodell_slope', the 'Output measurement' is 'Degree', and the 'Method' is 'Planar'. The 'Z factor' is set to 1. An 'OK' button is visible at the bottom right.

Analysen må også snappes til originalrasteret. Terrenngmodellen velges derfor også under «snap raster» i «Environments» fanen.

- Snap raster: terrenngmodell_fill



The screenshot shows the 'Slope' tool dialog box with the 'Environments' tab selected. The 'Output Coordinate System' is empty. Under 'Geographic Transformations', the 'Snap Raster' is set to 'terrenngmodell_fill'. The 'Cell Size' is 'Maximum of Inputs'. The 'Extent' is 'Default'. The 'Auto Commit' is set to 1000. The 'Tile Size' is set to 128 for both Width and Height. An 'OK' button is visible at the bottom right.



1.2 Bestemme hvor mulige løsnepunkt for steinsprang ligger

Løsnepunkt er en av parameterne som behøves i alfa-beta modellen (A) og bestemt som sentrum av hver celle hvor helningen er analysert til å være brattere enn 34 grader. Terskelverdien kommer fra tidligere utarbeidet helningsanalyse av terrengmodeller i Norge (Derron et al, 2016), og er valgt som en konservativ terskelverdi for steinspranghendelser.

I dette steget klassifiserer vi løsneområder for steinsprang. Vi huler ut disse områdene ettersom vi bare ønsker å beregne utfallsområdene for de øverste løsnepunktene som ligger i øvre kant av hvert løsneområde. Resultatet blir omgjort til punkter som representerer potensielle løsnepunkter for steinsprang med tilhørende høydeverdi, id og koordinater.

1.2.1 Reklassifisering av helning

For å produsere løsnepunktene benyttes først «Set Null» for å konstruere et raster hvor alle potensielle løsneceller får verdien 1 og resten blir satt til NoData.

Set Null:

- Input: terrengmodell_slope
- Expresion: VALUE < 34
- Input false raster or constant value: 1
- Output: rasomrade_raster

Set Null ✕

Parameters | Environments ?

Input conditional raster
 terrengmodell_slope 📁

Expression
 VALUE < 34 ▲ ▼

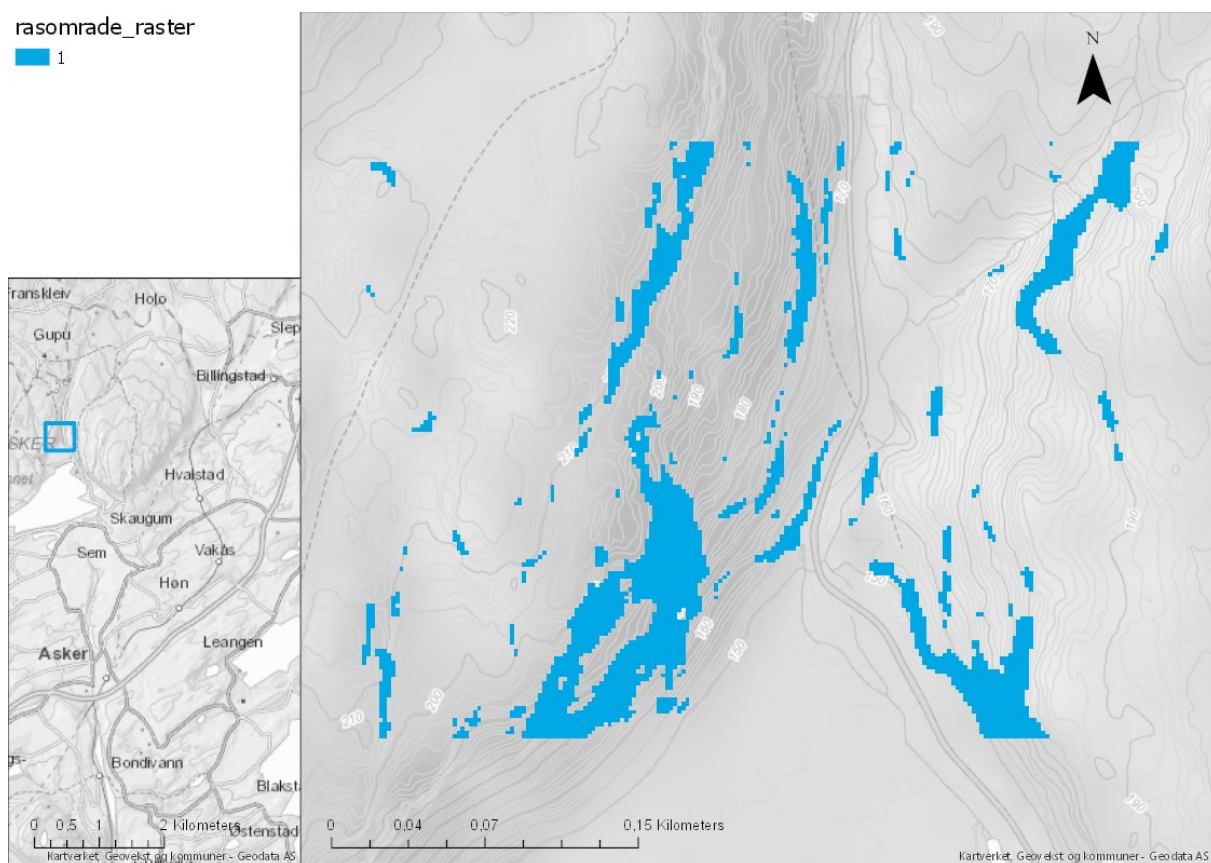
🗑️ ✓ 📁 💾

Input false raster or constant value
 1 📁

Output raster
 losneomrade_raster 📁

OK

rasomrade_raster
■ 1



1.2.2 Uthuling av løsneområder

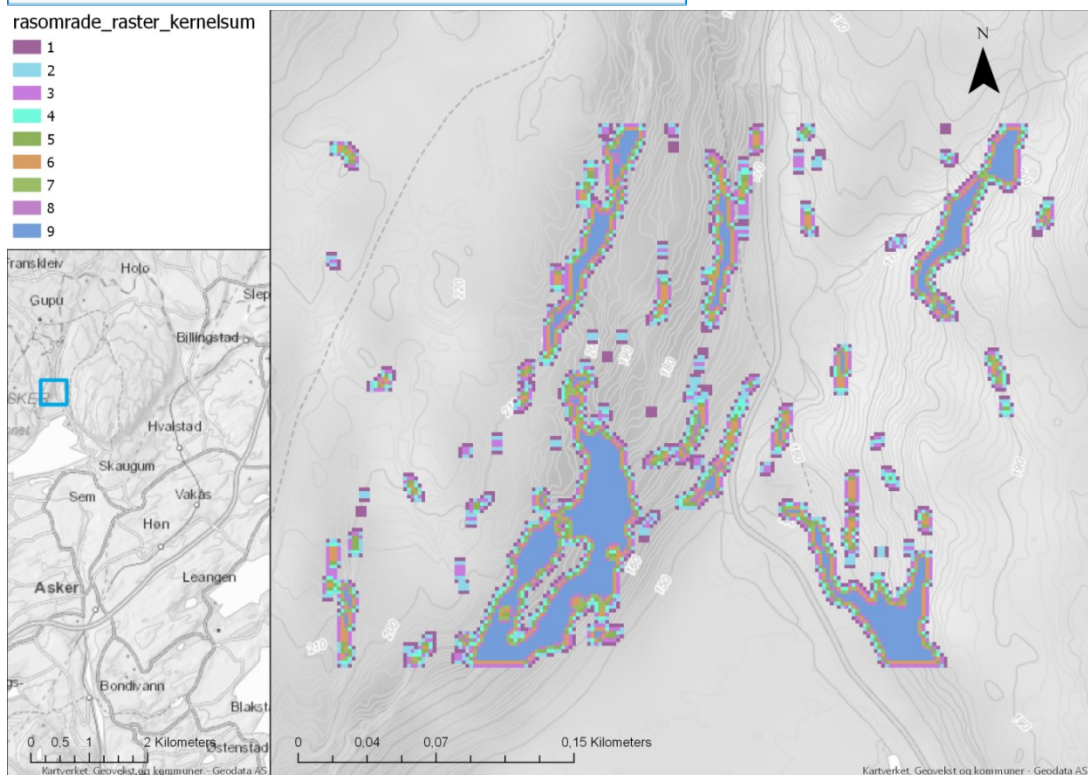
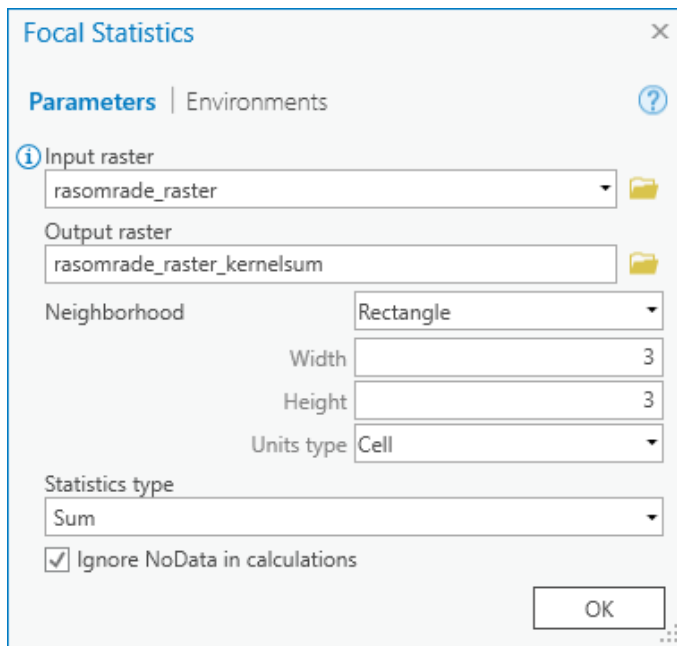
Ettersom det ikke er nødvendig å beregne utfallsområder for hele det potensielle løsneområde, men bare de som gir lengst utfall, holder det å beregne utfallsområdene for cellene langs kanten av områdene. Vi er egentlig kun interessert i de løsnecellene som ligger i øvre kant av løsneområde, men inkluderer også de i nedre kant ved å benytte denne metoden.

Hvert potensielt løsnemråde blir hulet ut på følgende måte:

1. Kjør «Focal statistics» for å beregne hvor mange løsneceller hver løsnecelle er omringet av

Focal statistics:

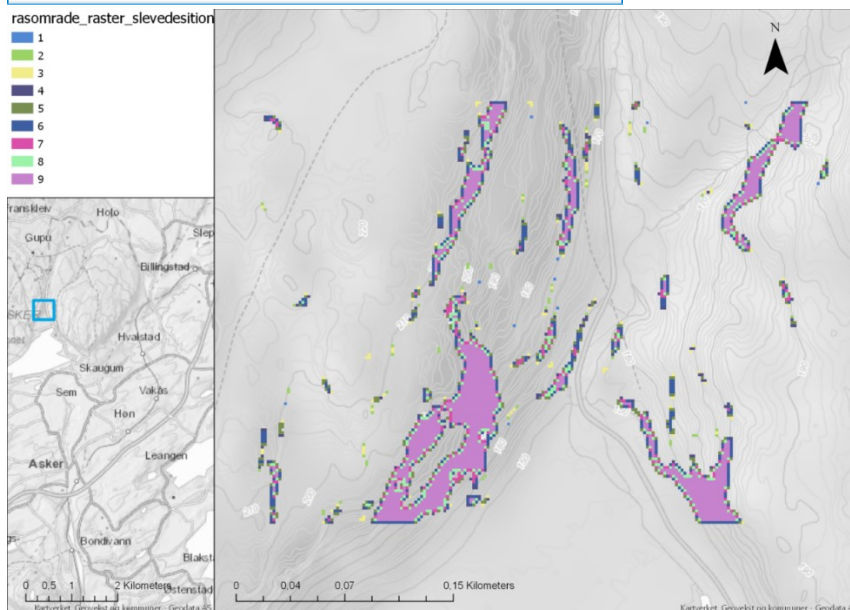
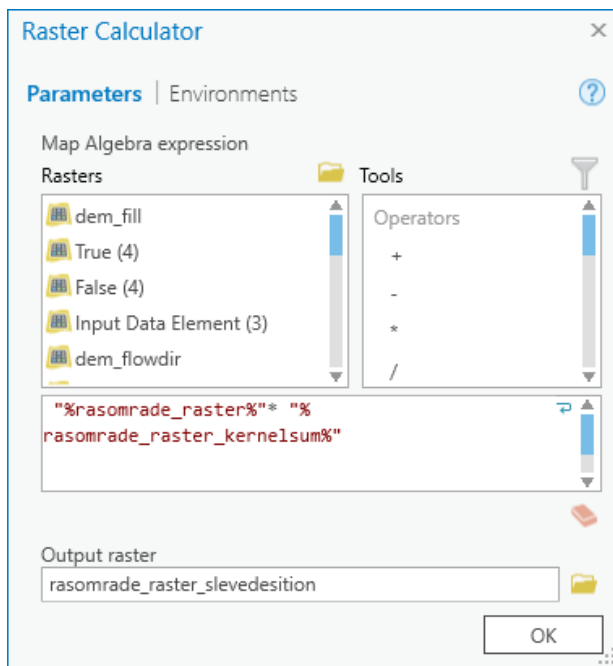
- Input: rasomrade_raster
- Output: rasomrade_raster_kernelsum
- Statistics type: Sum



2. Det forrige resultatet regner også hvor mange løsneceller som omringer områder utenfor selve løsneområdene. Dette resulterer i at vi får en kant med celler lagt utenpå løsneområdene som også inneholder et tall for «antall omringende løsneceller». Denne må fjernes ettersom den faktisk ikke representerer løsneområde. For å fjerne den multipliserer vi det produserte rasteret med «rasomrade_raster». Dette skal resultere i et raster hvor hver løsnecelle som ligger i kanten av løsneområdet vil ha en verdi mindre enn 9.

Raster calculator:

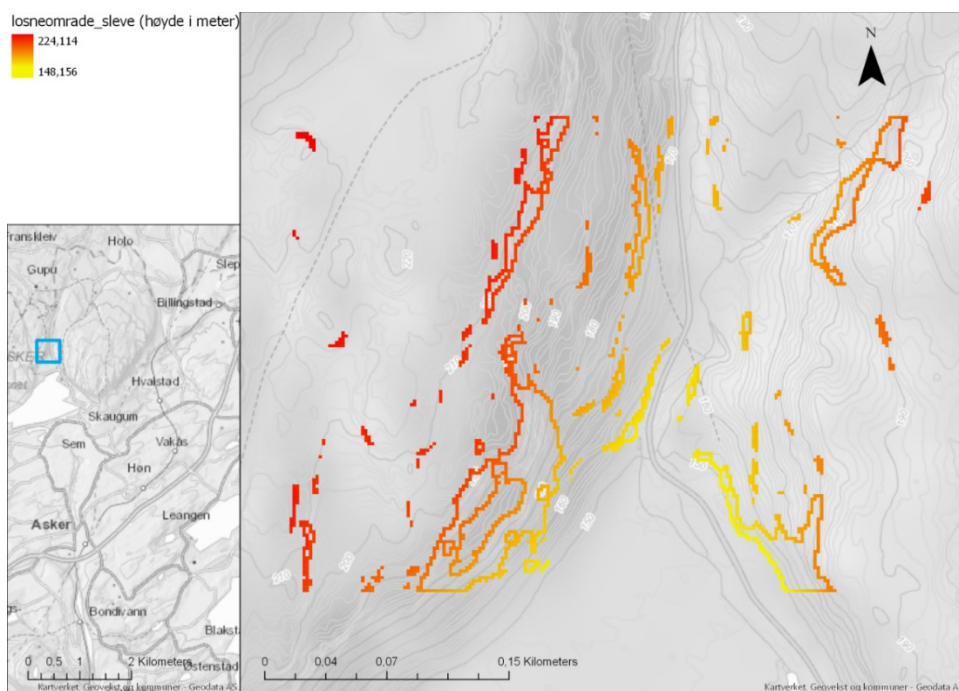
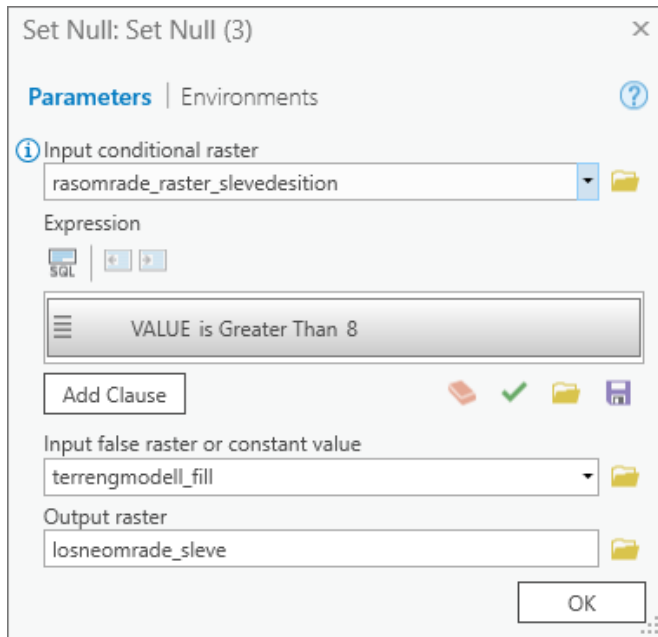
- Expression: "%rasomrade_raster%" * "%rasomrade_raster_kernelsum%"
- Output: rasomrade_raster_slevedesition



3. Vi benytter «Set Null» igjen for å plukke ut de cellene med høydeverdier, fra det fylte høyde-rasteret («terrengmodell_fill»), som ligger i kanten av løснеområdene.

Set Null:

- Input: rasomrade_raster_slevedesition
- Expression: VALUE > 8
- Input false raster or constant value: terrengmodell_fill
- Output: losneomrade_sleve

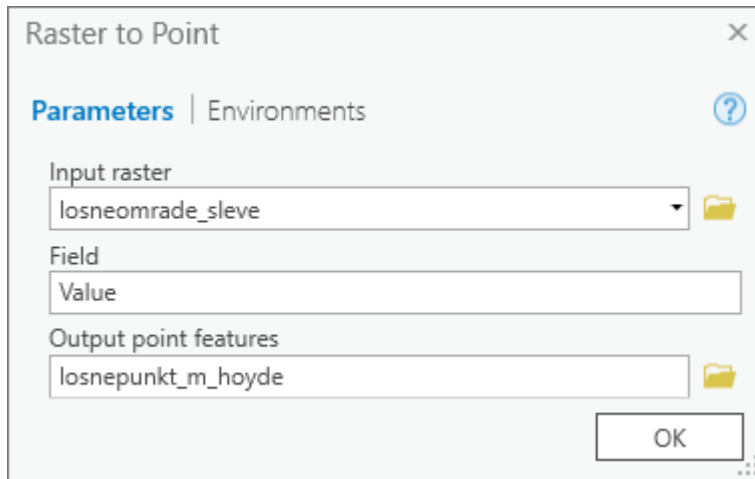


1.2.3 Konvertering til punkt

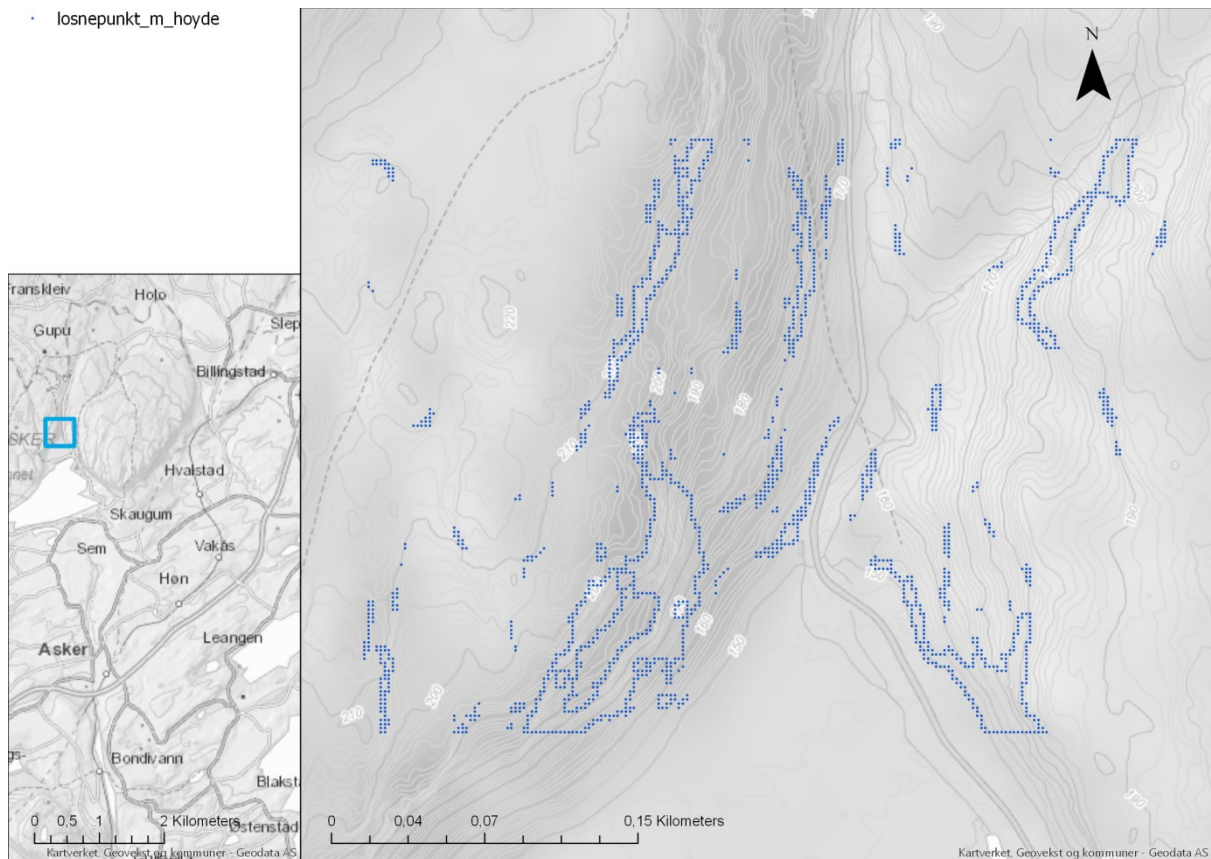
Disse cellene konverteres nå til punkter med sin egen høydeverdi som attributt ved å benytte «Raster to Point». Denne operasjonen vil lage et punktdatasett med et attributt med navn «grid_code» som inneholder cellens høyde, plassert i cellens sentrum.

Raster to point:

- Input: losneomrade_sleve
- Output: losnepunkt_m_hoyde



• losnepunkt_m_hoyde



1.2.4 Beregning av nyttig informasjon

Det er behov for å lagre informasjon som høyde, koordinater og ID som gjenkjennelige attributter for senere bruk. Tallene vil bli benyttet til å beregne vinkler, og til å identifisere individuelle løsnepunkt senere i analysen. Det legges derfor på nye attributter som losnepunkt_ID (for å identifisere dem senere), samt losnepunkt_hoyde, losnepunkt_X, og losnepunkt_Y for å holde på denne informasjonen.

Add field:

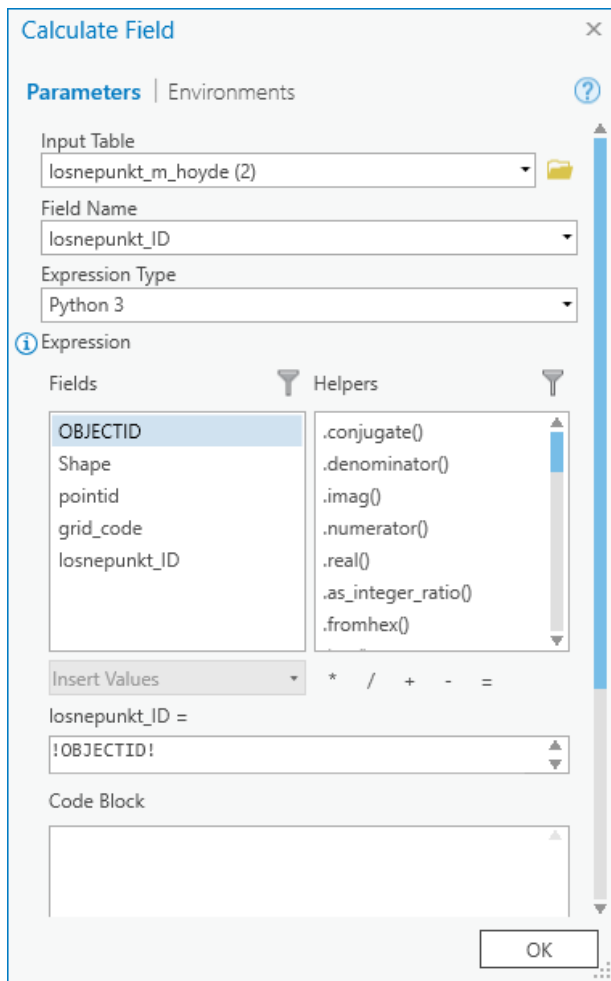
- Input: losnepunkt_m_hoyde
- Field name: losnepunkt_ID

The screenshot shows the 'Add Field' dialog box. The 'Input Table' is 'losnepunkt_m_hoyde'. The 'Field Name' is 'losnepunkt_ID'. The 'Field Type' is 'Long (large integer)'. The 'Field Precision' is empty. The 'Field Alias' is empty. The 'Field IsNullable' checkbox is checked. The 'Field IsRequired' checkbox is unchecked. The 'Field Domain' is empty. An 'OK' button is at the bottom right.

Calculate Field:

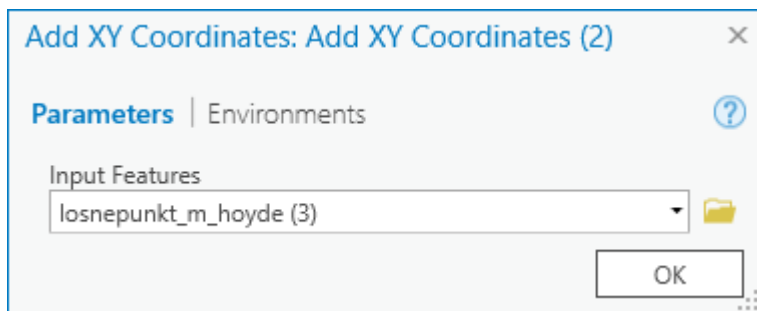
- Input: losnepunkt_m_hoyde
- Field Name: losnepunkt_ID
- Expression - losnepunkt_ID = : !OBJECTID!

(!OBJECTID! referer til den første kolonna i attributtabelen til «losnepunkt_m_hoyde», hvor hvert objekt (punkt) har blitt tildelt en id.)



Add XY Coordinates:

- Input: losnepunkt_m_hoyde



Denne operasjonen legger på koordinat-attributter på hvert punkt. «POINT_X» og «POINT_Y»

Etter disse operasjonene bør attributt-tabellen til løsnepunktene se slik ut, med de fire kolonnene:

- grid_code
- losnepunkt_ID
- POINT_X
- POINT_Y

OBJECTID	Shape	pointid	grid_code	losnepunkt_ID	POINT_X	POINT_Y
1	Point	1	216,5017	1	579687,385131	6637668,400111
2	Point	2	214,5187	2	579689,385131	6637668,400111
3	Point	3	212,4385	3	579697,385131	6637668,400111
4	Point	4	210,1887	4	579699,385131	6637668,400111
5	Point	5	207,8426	5	579701,385131	6637668,400111
6	Point	6	205,6805	6	579703,385131	6637668,400111
7	Point	7	203,5065	7	579705,385131	6637668,400111
8	Point	8	201,6358	8	579707,385131	6637668,400111

Attributtens navn gjøres nå om til gjenkjennelige navn med «Alter Field»

Alter Field:

- Input: losnepunkt_m_hoyde
- Field Name: grid_code
- New Field Name: losnepunkt_hoyde

Alter Field: Alter Field (2) ✕

Parameters | Environments ?

Input Table
 📁

Field Name

New Field Name

New Field Alias

Clear Alias

Alter Field:

- Input: losnepunkt_m_hoyde
- Field Name: POINT_X
- New Field Name: losnepunkt_X

Alter Field: Alter Field (8) ✕

Parameters | Environments ?

Input Table
 losnepunkt_m_hoyde (5) 📁

Field Name
 POINT_X ▼

New Field Name
 losnepunkt_X ▼

New Field Alias
▼

i Clear Alias

OK ⋮

Alter Field:

- Input: losnepunkt_m_hoyde
- Field Name: POINT_Y
- New Field Name: losnepunkt_Y

Alter Field: Alter Field (6) ✕

Parameters | Environments ?

i Input Table
 losnepunkt_m_hoyde (6) 📁

Field Name
 POINT_Y ▼

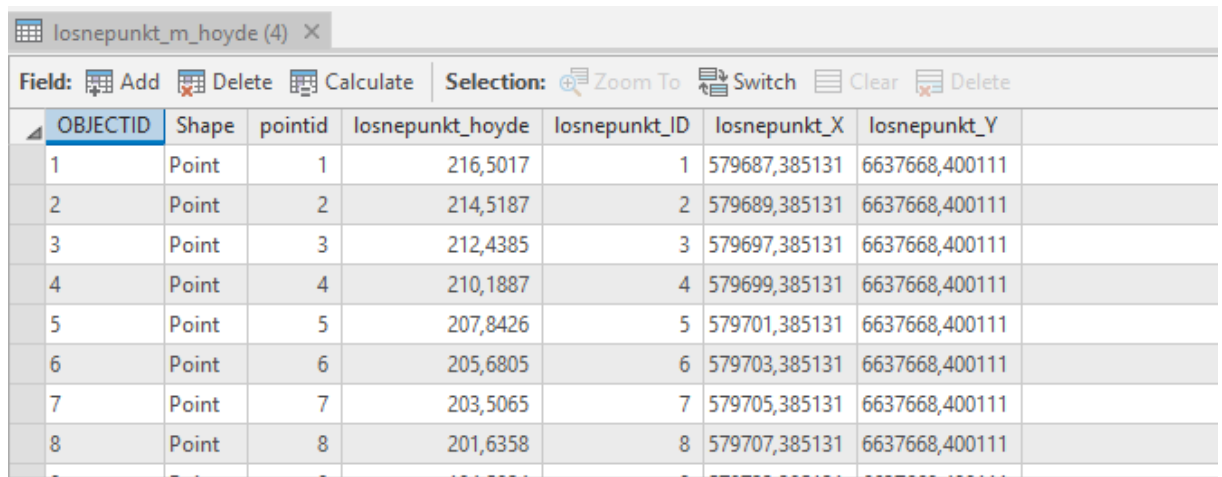
New Field Name
 losnepunkt_Y ▼

New Field Alias
▼

Clear Alias

OK ⋮

Resultatet ser slik ut:



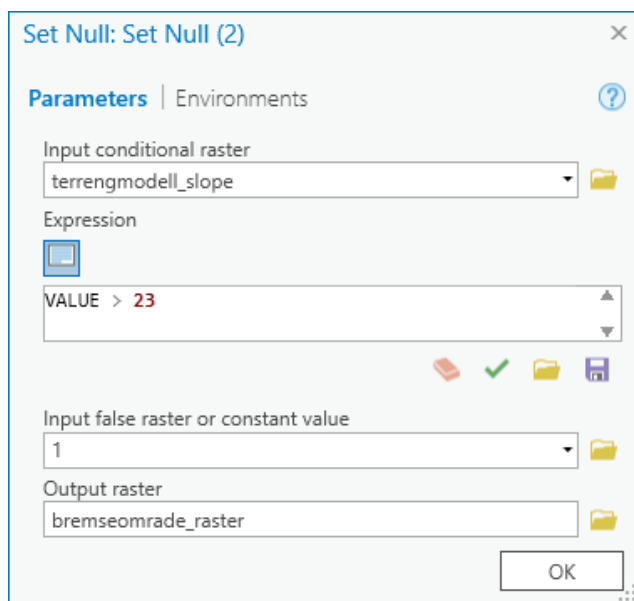
OBJECTID	Shape	pointid	losnepunkt_hoyde	losnepunkt_ID	losnepunkt_X	losnepunkt_Y
1	Point	1	216,5017	1	579687,385131	6637668,400111
2	Point	2	214,5187	2	579689,385131	6637668,400111
3	Point	3	212,4385	3	579697,385131	6637668,400111
4	Point	4	210,1887	4	579699,385131	6637668,400111
5	Point	5	207,8426	5	579701,385131	6637668,400111
6	Point	6	205,6805	6	579703,385131	6637668,400111
7	Point	7	203,5065	7	579705,385131	6637668,400111
8	Point	8	201,6358	8	579707,385131	6637668,400111

1.3 Finne punkter hvor steinsprang begynner å bremse

For konstruksjon av disse punktene følges instruks for «konstruksjon av potensielle løsnepunkt» med noen små justeringer. Cellene vi nå vil ha tak i er de med helning under 23 grader. I verktøyet «Set Null» tester vi derfor med «VALUE > 23», og setter dem til 1, og resten av cellene til «NoData». Ellers er metodikken den samme (se kapittel 1.2.2 og 1.2.3). Disse områdene vil også bli hulet ut ettersom vi kun er interessert i det første bremsepunktet for hvert skred når vi benytter alfa-beta modellen. Resultatet vil bli bremsepunkter med tilhørende høyde, id og koordinater.

Set Null:

- Input: terrengmodell_slope
- Expression: VALUE > 23
- Input false raster or constant value: 1
- Output: bremseomrade_raster



Følg prosessen i 1.2.2-1.2.3:

Focal statistics

- Input: bremseomrade_raster
- Output: bremseomrade_raster_kernelsum
- Statistics type: Sum

Raster Calculator

- Expression: "% bremseomrade_raster %" * "% bremseomrade_raster_kernelsum %"
- Output: bremseomrade_raster_slevedesition

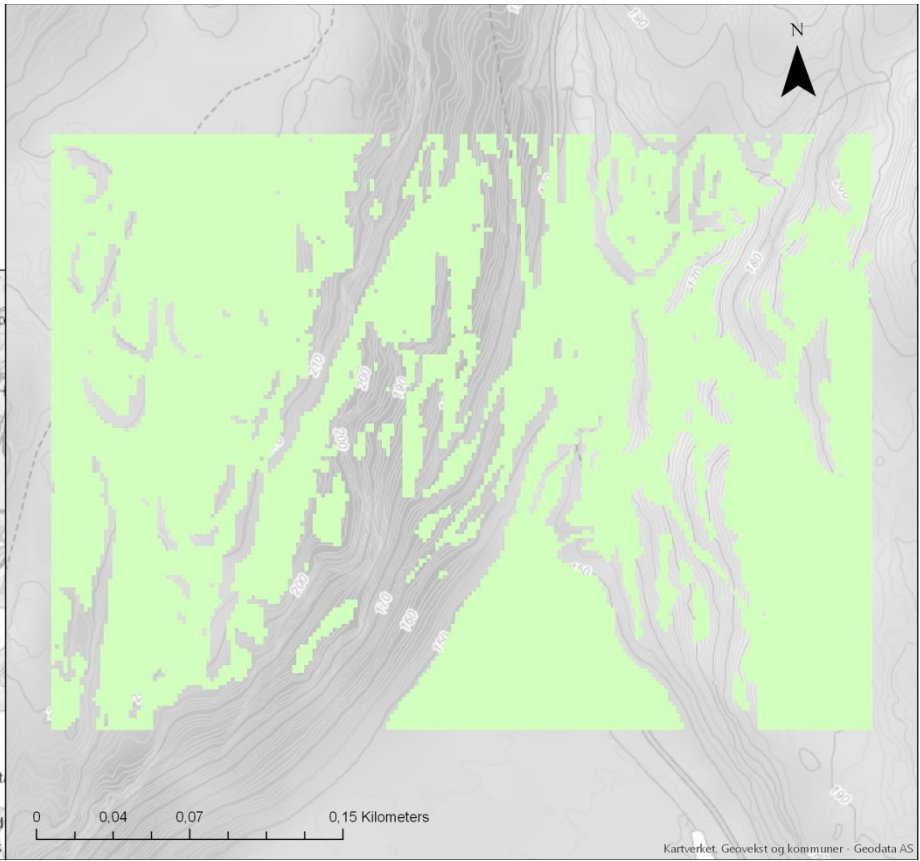
Set Null:

- Input: bremseomrade_raster_slevedesition
- Expression: VALUE > 8
- Input false raster or constant value: terrengmodell_fill
- Output: bremseomrade_sleve

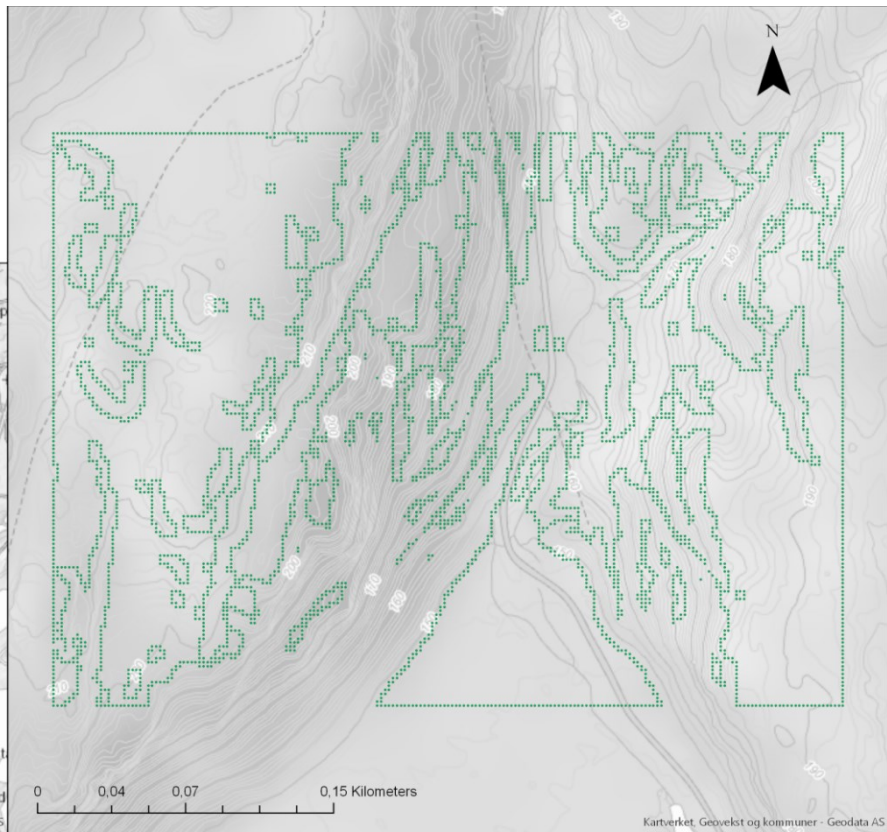
Raster to Point

- Input: bremseomrade_sleve
- Output: bremseomrade_m_hoyde

bremseomrade_raster
1



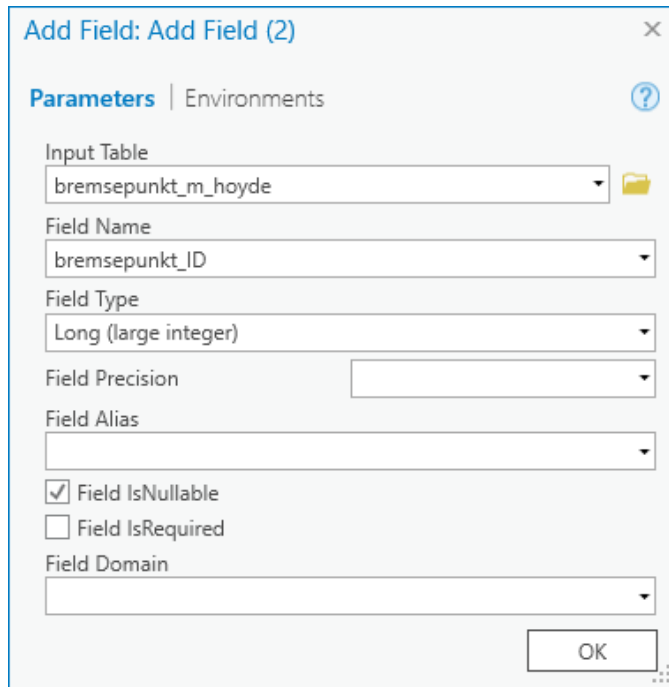
· bremsepunkt_m_hoyde



Uthulingsprosessen, samt lagring av høyde, ID, og X og Y koordinater er den samme som for «løsnepunktene» (se kp.1.2.4) foruten om navnene:

Add Field:

- Input: bremsepunkt_m_hoyde
- Field Name: bremsepunkt_ID



The screenshot shows a dialog box titled "Add Field: Add Field (2)". It has a close button (X) in the top right corner. Below the title bar, there are two tabs: "Parameters" (selected) and "Environments". A help icon (?) is to the right of the tabs. The "Parameters" section contains the following fields:

- Input Table: bremsepunkt_m_hoyde
- Field Name: bremsepunkt_ID
- Field Type: Long (large integer)
- Field Precision: (empty)
- Field Alias: (empty)
- Field IsNullable:
- Field IsRequired:
- Field Domain: (empty)

An "OK" button is located at the bottom right of the dialog.

Calculate Field:

- Input: bremsepunkt_m_hoyde
- Field Name: bremsepunkt_ID
- Expression - bremsepunkt_ID = : !OBJECTID!

Alter Field:

- Input: bremsepunkt_m_hoyde
- Expression: GRID_CODE
- New Field Name: bremsepunkt_hoyde

Add XY Coordinates:

- Input: bremsepunkt_m_hoyde

Alter Field:

- Input: bremsepunkt_m_hoyde
- Expression: POINT_X
- New Field Name: bremsepunkt_X

Alter Field:

- Input: bremsepunkt_m_hoyde
- Expression: POINT_Y
- New Field Name: bremsepunkt_Y

Alter Field: Alter Field (3) X

Parameters | Environments ?

Input Table
 bremsepunkt_m_hoyde (6) 📁

Field Name
 POINT_Y ▼

New Field Name
 bremsepunkt_Y ▼

New Field Alias
▼

Clear Alias

OK ⋮

Resulterende attributt-tabell:

OBJECTID	Shape	pointid	bremsepunkt_hoyde	bremsepunkt_ID	bremsepunkt_X	bremsepunkt_Y
1	Point	1	217,9303	1	579529,385131	6637668,400111
2	Point	2	218,0298	2	579531,385131	6637668,400111
3	Point	3	218,0437	3	579533,385131	6637668,400111
4	Point	4	218,0506	4	579535,385131	6637668,400111
5	Point	5	218,0896	5	579537,385131	6637668,400111
6	Point	6	218,1123	6	579539,385131	6637668,400111
7	Point	7	218,0126	7	579541,385131	6637668,400111
8	Point	8	217,9515	8	579543,385131	6637668,400111

Oversikt potensielle løsnepunkt og bremsepunkt

Så langt i analysen av terrengmodellen har vi beregnet hvordan terrengmodellen heller, funnet potensielle løseområder og bremseområder. Hulet dem ut for å redusere overflødig informasjon, og gjort dem om til punkter med følgende nødvendige tilhørende egenskaper:

Attributter Løsnepunkt:

- losnepunkt_ID
- losnepunkt_hoyde
- losnepunkt_X
- losnepunkt_Y

Attributter Bremsepunkt:

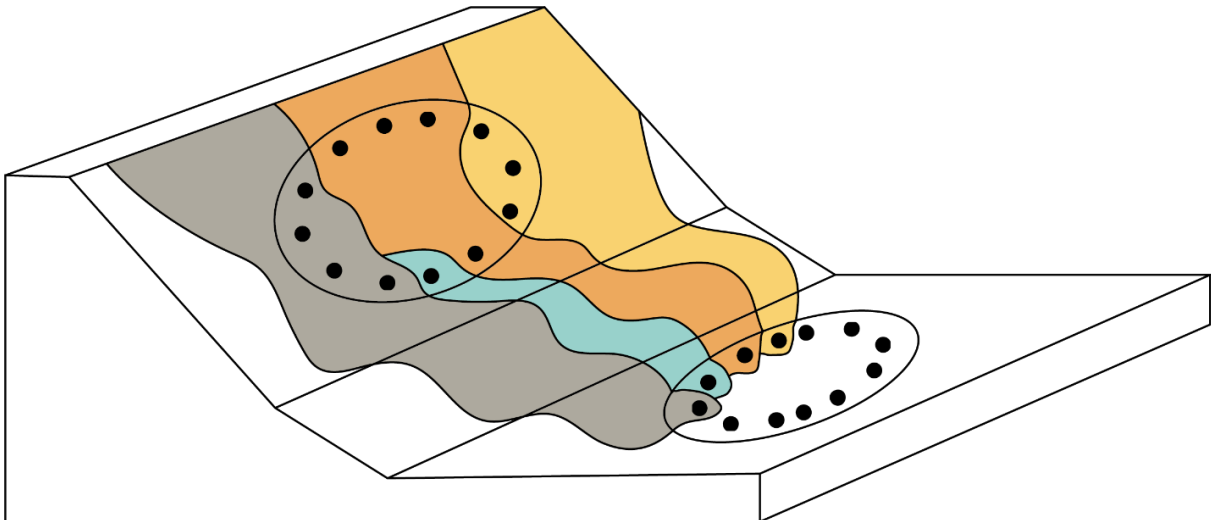
- bremsepunkt_ID
- bremsepunkt_hoyde
- bremsepunkt_X
- bremsepunkt_Y

1.5 Sammenkobling av løsnepunkter mot bremsepunkter

I denne analysen benytter vi alfa-beta modellen (hvor empiriske bestemte koeffisienter blir benyttet for å predikere lengden for et steinsprang), hvilket predikerer utløpslengden til steinsprang basert på forholdet mellom løsnepunktet og bremsepunktet i skråningen. Vi antar at et hvilket som helst steinsprang løsner fra et løsnepunkt, fortsetter ned skråningen i bratteste retning, begynner å bremse når det når et bremsepunkt, før det stopper kort tid etter.

For å finne ut hvilke bremsepunkt hvert løsnepunkt tilhører benytter vi verktøyet «Watershed» i ArcGis. Verktøyet lager et drensområde for hvert av bremsepunktene. Drensområdet til et bremsepunkt overlapper ikke med andre, og markerer hvilket område med celler som til slutt vil ende opp i sitt bremsepunkt hvis man følger raskeste vei ned skråningen. Alle løsnepunkt som ligger inni et drensområde, vil til slutt nå det tilhørende bremsepunktet ved å følge raskeste vei ned skråningen. Hvert drensområde inneholder bremsepunktets identifikasjon og en kan nå finne ut hvilket bremsepunkt et løsnepunkt tilhører ved å trekke ut id-verdien til underliggende drensområde-celle.

For å spare beregningstid har vi her valgt å lage enda tre identiske «watershed»-analyser hvor cellene ikke inneholder bremsepunktets id, men heller dets høyde, og koordinater. Disse fire verdiene (id, høyde, og koordinater) blir trukket opp i hvert løsnepunkt for videre analyse. Resultatet av denne delen er at løsnepunktene vil ha informasjon om sine tilhørende bremsepunkt (høyde, id, og koordinater) som attributter.



Drensområder for bremsepunkt Figuren viser drensområdene for fire bremsepunkter i forskjellige farger. Hvert løsnepunkt ligger i et drensområde som til slutt drenerer til sitt individuelle bremsepunkt.

1.5.1 Prepping av punktdata

Før informasjonen kan overføres til egenskaper for drensområdet er vi nødt til å gjøre dem om til heltall («watershed» aksepterer ikke desimaler). ID-feltet er allerede i riktig format og behøves ikke konverteres.

Konverteringen gjøres ved å først benytte «Calculate Fields»:

Calculate Fields:

- Input: bremsepunkt_m_hoyde

Field Name:	Expression:
bremsepunkt_X	$\text{int}((!bremsepunkt_X!+0.005)*100)$
bremsepunkt_Y	$\text{int}((!bremsepunkt_Y!+0.005)*100)$
bremsepunkt_hoyde	$\text{int}((!bremsepunkt_hoyde!+0.005)*100)$

Calculate Fields

Parameters | Environments

Input Table
bremsepunkt_m_hoyde (7)

Expression Type
Python 3

Fields

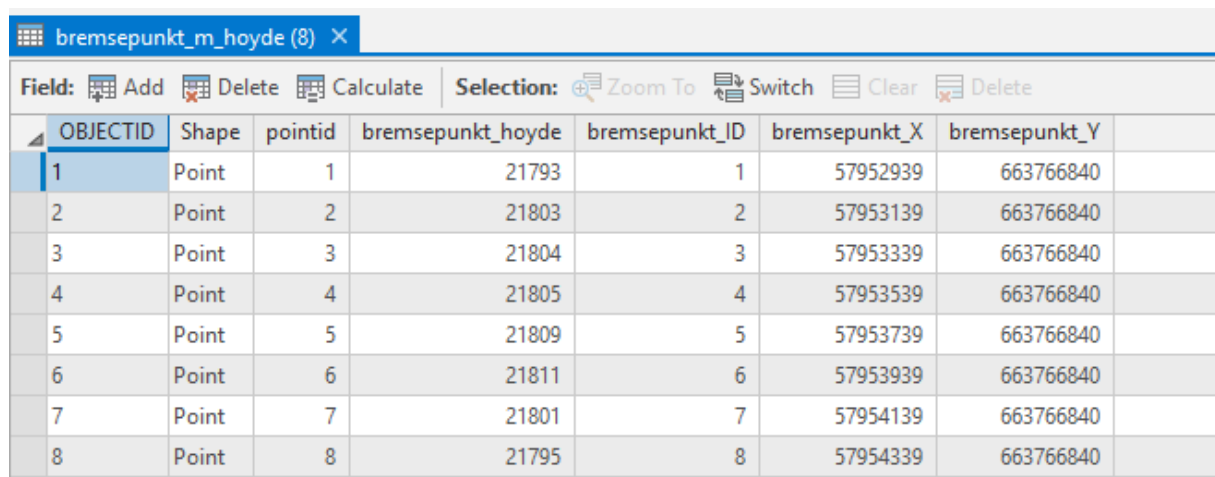
Field Name	Expression
bremsepunkt_X	$\text{int}((!bremsepunkt_X!+0.005)*100)$
bremsepunkt_Y	$\text{int}((!bremsepunkt_Y!+0.005)*100)$
bremsepunkt_hoyde	$\text{int}((!bremsepunkt_hoyde!+0.005)*100)$

Code Block

OK

Dette runder av sifrene til andre desimal. (Disse verdiene skal senere i analysen hentes tilbake.)

Beregningen resulterer i følgende tabell:



OBJECTID	Shape	pointid	bremsepunkt_hoyde	bremsepunkt_ID	bremsepunkt_X	bremsepunkt_Y
1	Point	1	21793	1	57952939	663766840
2	Point	2	21803	2	57953139	663766840
3	Point	3	21804	3	57953339	663766840
4	Point	4	21805	4	57953539	663766840
5	Point	5	21809	5	57953739	663766840
6	Point	6	21811	6	57953939	663766840
7	Point	7	21801	7	57954139	663766840
8	Point	8	21795	8	57954339	663766840

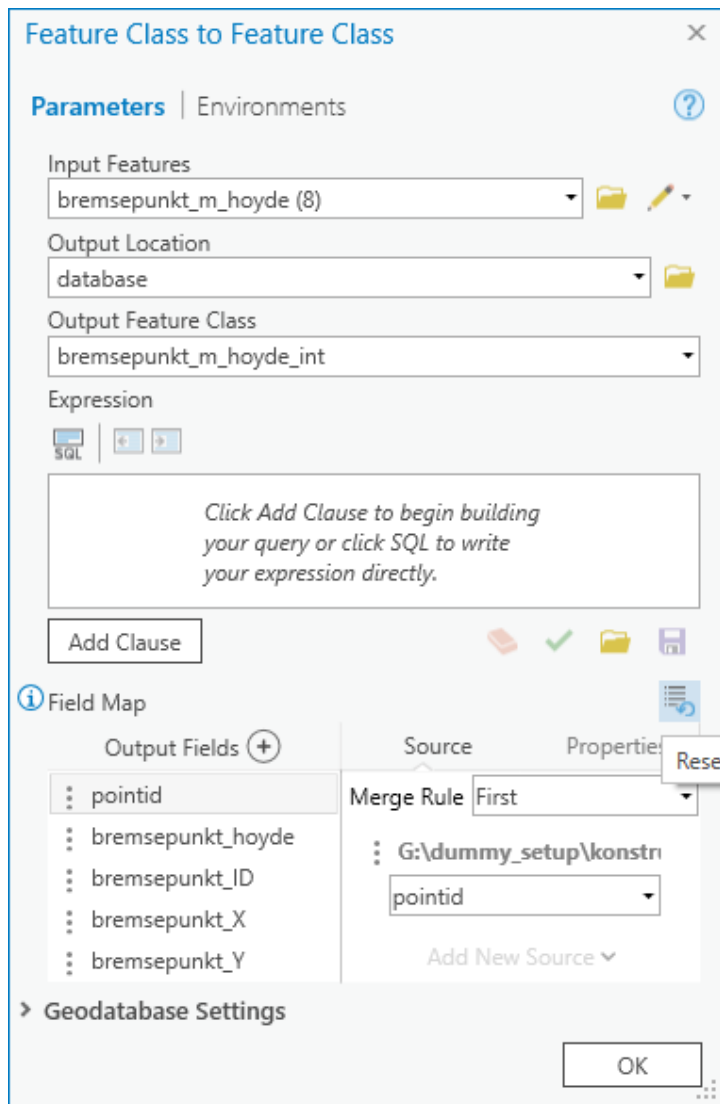
Deretter endrer vi datatypen til feltene til å være heltallsattributter. Dette gjøres ettersom «watershed»-verktøyet som skal benyttes senere i analysen må ha heltallsattributter for å gi riktig resultat. Vi benytter her «Feature Class to Feature Class» for å endre attributt-typen.

Feature Class to Feature Class:

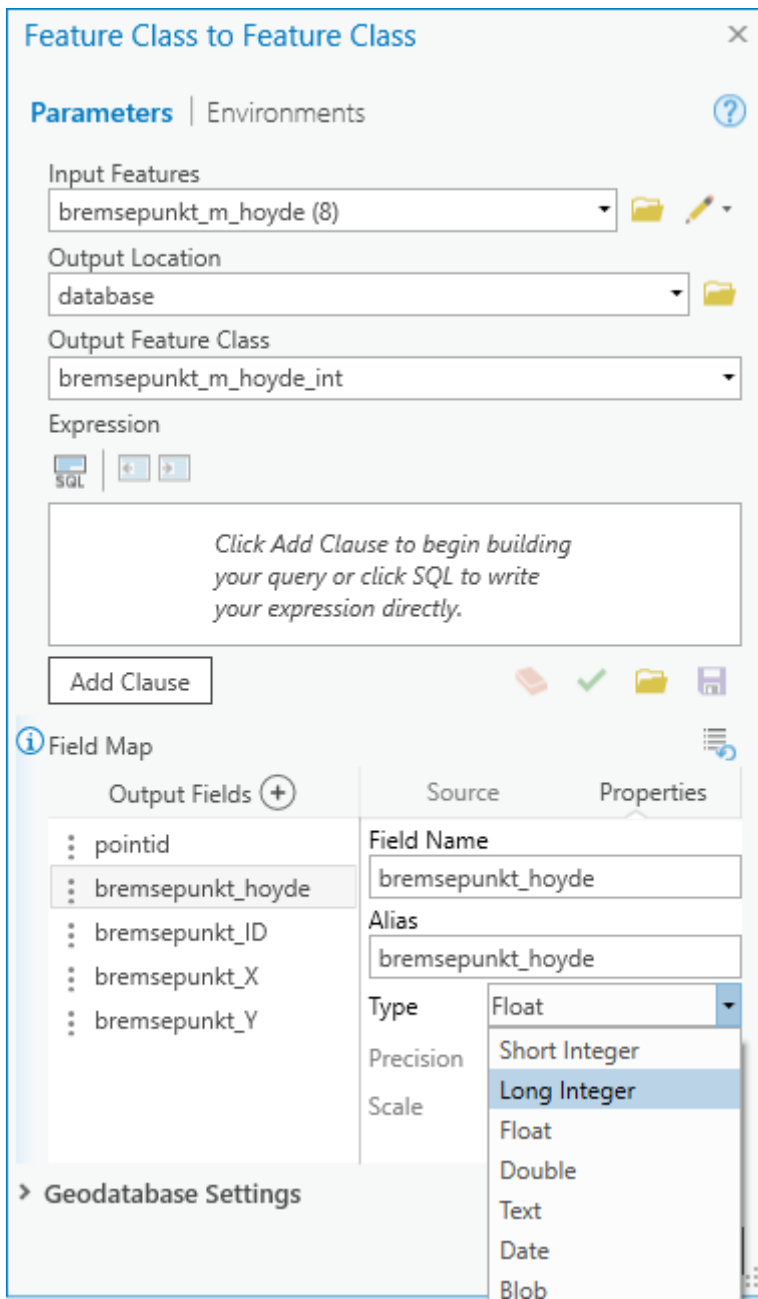
- Input: bremsepunkt_m_hoyde
- Output Location: database¹
- Output Feature Class: bremsepunkt_m_hoyde_int

Her kan det hende vi først må trykke på «reset» for at attributtene skal vises.

¹ Her peker du på den romlige databasen som passer deg best. ArcGis pro oppretter en slik database automatisk ved oppretting av nytt prosjekt, og kan finnes inni prosjektmappen til prosjektet.



Så trykker vi oss igjennom hver av de fire attributtene vi ønsker å endre datatype til. For hver av dem endrer du «Type» til «Long Integer» under «Properties» fanen. Hvis dette ikke gjøres kan «watershed» analysen fortsatt gi resultater, men som er gale resultater.



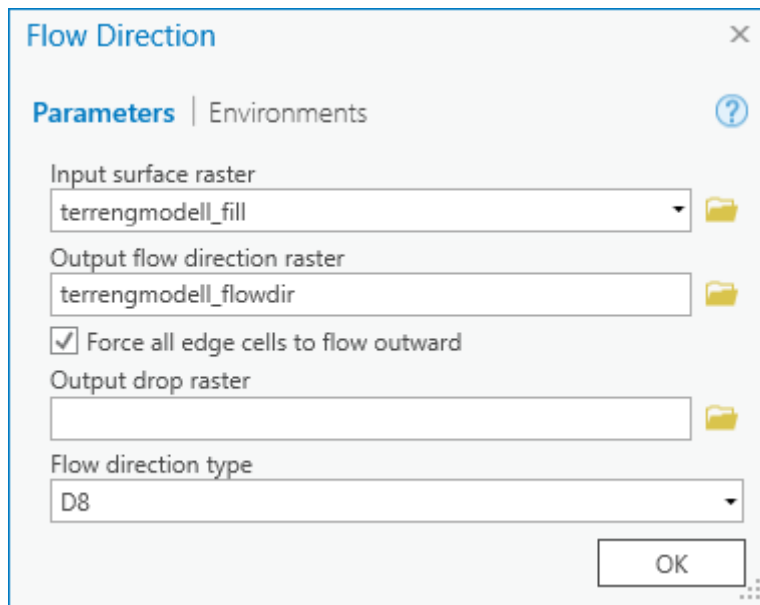
1.5.2 Konstruksjon av flyt-raster

«Watershed»-analysen krever et flytraster som datagrunnlag.

Flytrasteret(terrengmodell_flowdir) lages med «Flow Direction»-verktøyet, hvor den tidligere konstruerte, fylte, terrengmodellen(terrengmodell_fill) brukes som datagrunnlag:

Flow Direction:

- Input: terrengmodell_fill
- Force all edge cells to flow outward:
- Output: terrengmodell_flowdir



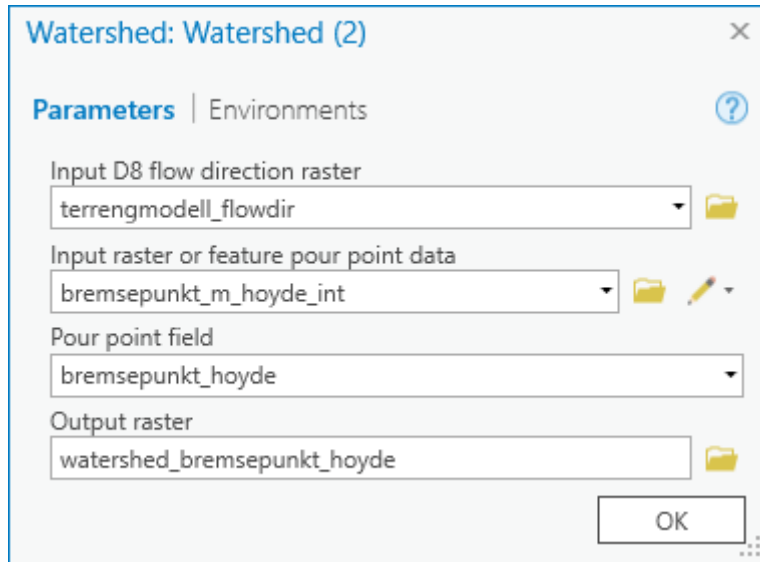
Merk også at «Force all edge cells to flow outward» er markert.

1.5.3 Konstruksjon av drensområder med «watershed»

I denne analysen konstrueres fire drensområde-rastere, et for hvert attributt vi ønsker å videreføre til det tilhørende løsnepunktet. For alle analysene velges det nylige konstruerte flyt-rasteret som datagrunnlag for flyt-retning, og bremsepunktene som «Pour points». For hvert av de fire interessante attributtene (ID, høyde, og koordinater) velges det aktuelle attributtet i «Pour point field».

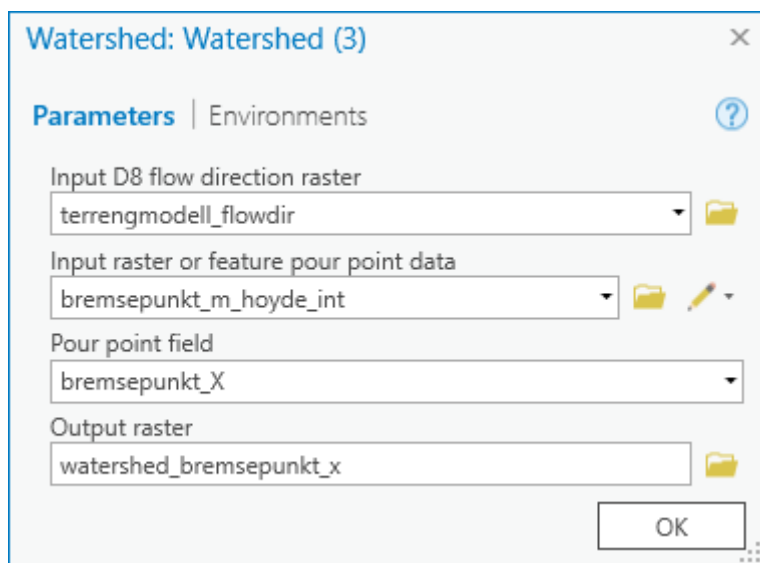
Watershed:

- Input D8 flow direction raster: terrengmodell_flowdir
- Input raster or feature pour point data: bremsepunkt_m_hoyde_int
- Pour point field: bremsepunkt_hoyde
- Output raster: watershed_bremsepunkt_hoyde



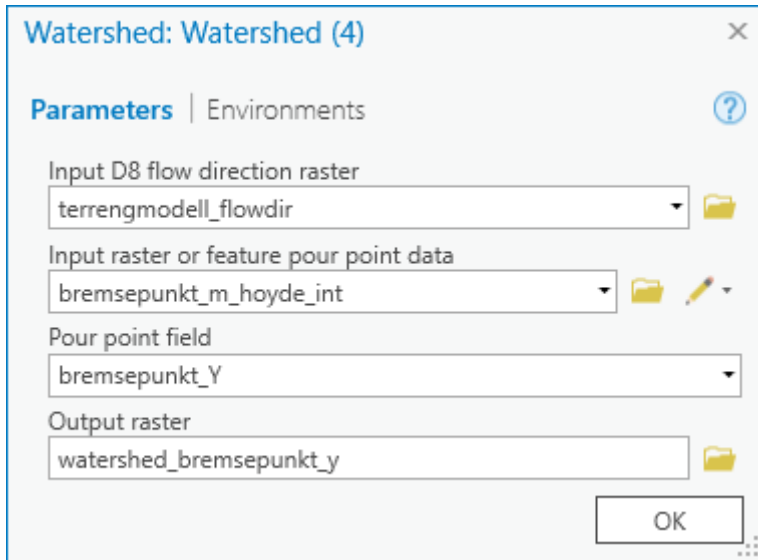
Watershed:

- Input D8 flow direction raster: terrengmodell_flowdir
- Input raster or feature pour point data: bremsepunkt_m_hoyde_int
- Pour point field: bremsepunkt_X
- Output raster: watershed_bremsepunkt_x



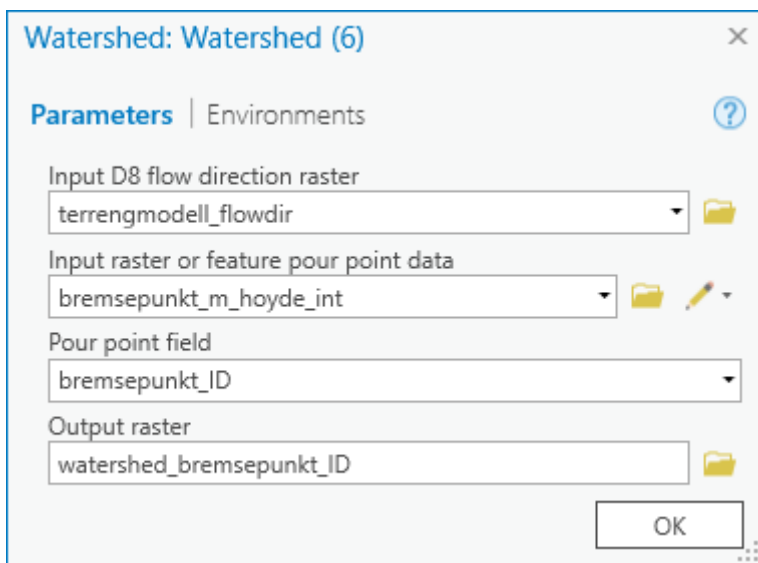
Watershed:

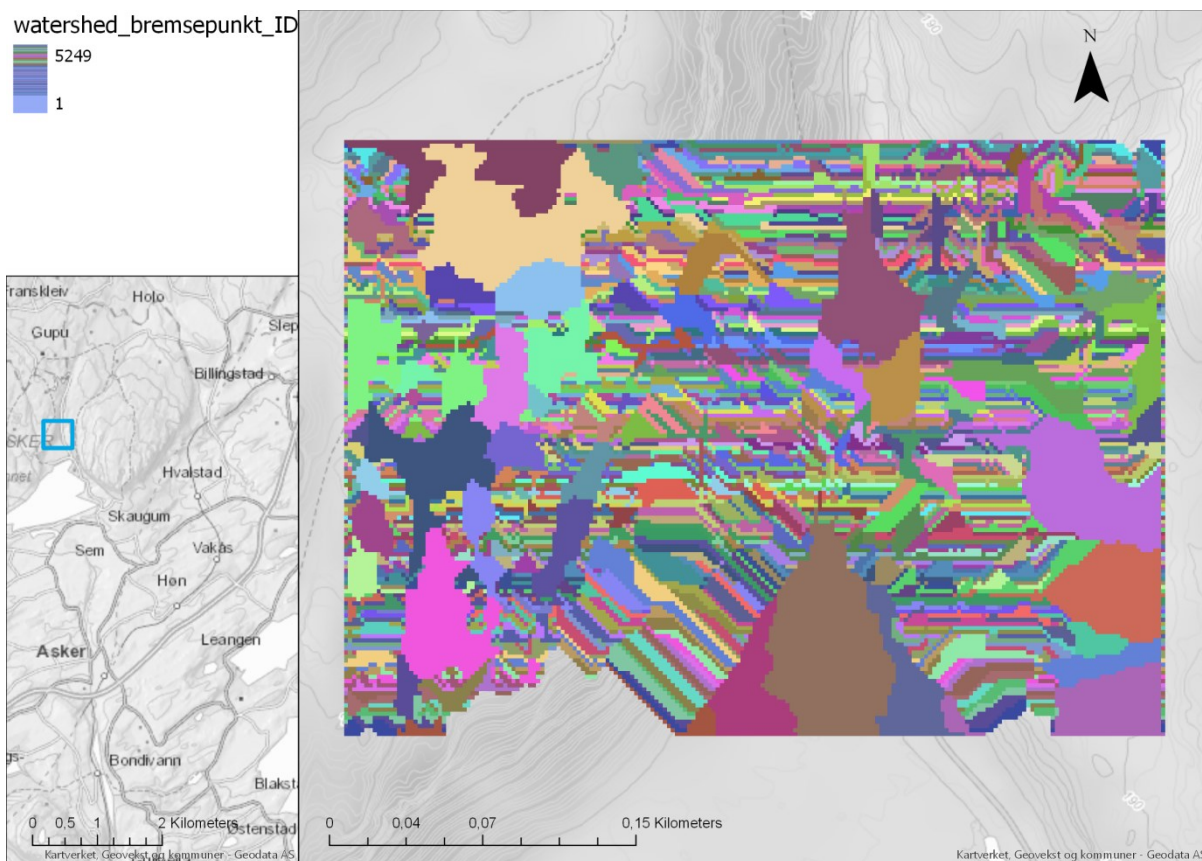
- Input D8 flow direction raster: terrengmodell_flowdir
- Input raster or feature pour point data: bremsepunkt_m_hoyde_int
- Pour point field: bremsepunkt_Y
- Output raster: watershed_bremsepunkt_y



Watershed:

- Input D8 flow direction raster: terrengmodell_flowdir
- Input raster or feature pour point data: bremsepunkt_m_hoyde_int
- Pour point field: bremsepunkt_ID
- Output raster: watershed_bremsepunkt_ID





Resultatet blir fire liknende rastere, hvor hvert ensfarget område representerer et drensområde per interessante bremsepunkt. Celleverdiene i hvert raster vil inneholde de egenskapene i bremsepunktet vi ønsker å overføre til tilhørende løsnepunkt.

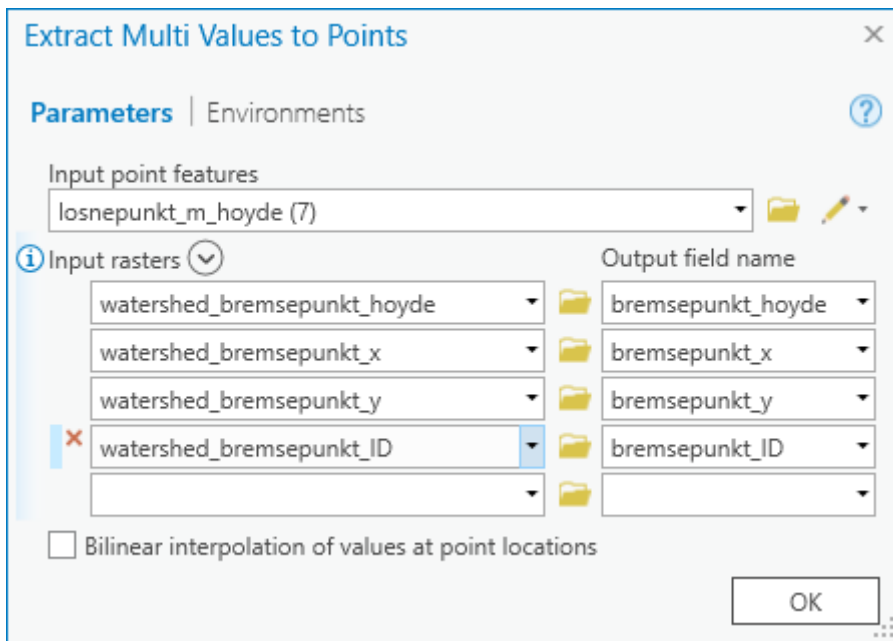
1.5.4 Overføring av informasjon fra watershed-analyser til løsnepunkt

Her benyttes «Extract Multi Values to Points» for å overføre de interessante attributtene fra bremsepunktene til sine tilhørende løsnepunkt.

Extract Multi Values to Points:

- Input point features : losnepunkt_m_hoyde (konstruert i 1.2)
- Input rastere: De fire watershed-rasterne som ble konstruert i forrige steg

Input rastere:	Output field name:
watershed_bremsepunkt_hoyde	bremsepunkt_hoyde
watershed_bremsepunkt_x	bremsepunkt_x
watershed_bremsepunkt_y	bremsepunkt_y
watershed_bremsepunkt_ID	bremsepunkt_ID



OBS: Her har jeg endt opp med små bokstaver i navnene for koordinatkolonnene.

«losnepunkt_m_hoyde» datasettet skal nå ha en attributtetabell som ligner følgende:

OBJECTID	Shape	pointid	losnepunkt_hoyde	losnepunkt_ID	losnepunkt_X	losnepunkt_Y	bremsepunkt_hoyde	bremsepunkt_x	bremsepunkt_y	bremsepunkt_ID
10	Point	10	192,8956	10	579725,385131	6637668,400111	19053	57972939	663766840	85
11	Point	11	173,081	11	579771,385131	6637668,400111	17108	57977539	663766840	98
12	Point	12	171,2931	12	579797,385131	6637668,400111	16885	57979339	663766840	106
13	Point	13	173,1823	13	579799,385131	6637668,400111	16885	57979339	663766840	106
14	Point	14	187,389	14	579873,385131	6637668,400111	18204	57986539	663766040	311
15	Point	15	186,952	15	579905,385131	6637668,400111	18469	57990139	663766840	138
16	Point	16	188,267	16	579907,385131	6637668,400111	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
17	Point	17	189,5769	17	579909,385131	6637668,400111	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
18	Point	18	191,0281	18	579911,385131	6637668,400111	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
19	Point	19	192,9397	19	579913,385131	6637668,400111	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
20	Point	20	194,9027	20	579915,385131	6637668,400111	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
21	Point	21	215,4899	21	579687,385131	6637666,400111	21312	57969139	663766640	153
22	Point	22	211,5061	22	579687,385131	6637666,400111	18031	57970039	663766640	278

Hvis du får «Null» på enkelte av kolonnene betyr det at det aktuelle løsnepunktet sitt skred faller ut av terrenngmodellen før det når noe bremsepunkt. Dette vil være tilfellet flere steder langs kanten av terrenngmodellen og vi får her ikke beregnet utfallsområdet til potensielle skred. Denne hendelsen er av typen avgrensingsproblematikk. Hvis en mener det er viktig å regne aktsomhetsområder for disse potensielle skredene, som ikke har noe tilhørende bremsepunkt, er man nødt til å benytte en terrenngmodell som dekker et større område.

Løsnepunktene lagres nå med «Feature class to feature class» hvor bremsepunktens høyde og koordinater sin datatype blir endret tilbake til «Double». Prosedyren er den samme som når vi endret datatypen for attributter til heltall (1.5.1 Prepping av punktdata).

Feature Class to Feature Class:

- Input: losnepunkt_m_hoyde
- Output Location: database
- Output Feature Class: losnepunkt_m_bremseinfo

Feature Class to Feature Class: Feature Class to Feat ×

Parameters | Environments ?

Input Features
losnepunkt_m_hoyde (8)

Output Location
database

Output Feature Class
losnepunkt_m_bremseinfo

Expression
SQL

Click Add Clause to begin building your query or click SQL to write your expression directly.

Add Clause

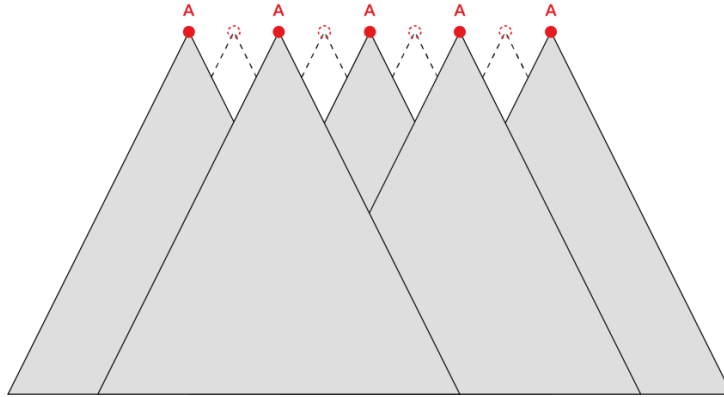
Field Map

Output Fields (+)	Source	Properties
pointid	Field Name	bremsepunkt_hoyde
losnepunkt_hoyde	Alias	bremsepunkt_hoyde
losnepunkt_ID	Type	Long Integer
losnepunkt_X	Precision	Short Integer
losnepunkt_Y		Long Integer
bremsepunkt_hoyde		Float
bremsepunkt_x		Double
bremsepunkt_y		Text
bremsepunkt_ID		Date

> Geodatabase Settings

1.6 Utskilling av høyeste løsnepunkt per drensområde

Målet med dette steget er å redusere antall interessante løsnepunkt ytterligere. For å konstruere aktsomhetskart med så lite overflødig beregning, og lav beregningstid som mulig blir løsnepunktene filtrert. I toppen av løsneområdet ligger det mange løsnepunkt tett innpå hverandre. Disse løsnepunktene har mye overlappende område når de ligger rett ved siden av hverandre.



Spesielt hvis de ender opp i samme bremsepunkt. I dette steget vil vi av den grunn skille ut kun det løsnepunktet som ligger høyest i hvert drensområde, før vi går videre i analysen.

1.6.1 Beregning av høyeste løsnepunkt sin høyde

Her benyttes «Summary Statistics» for å gruppere løsnepunkt etter tilhørende bremsepunkt, og regne ut hvilken som er høyest. Beregningen resulterer i en enkel tabell.

Summary statistics:

- Input: losnepunkt_m_bremseinfo
- Output: tabell_max_hoyde_per_bremsepunkt
- «Field»: losnepunkt_hoyde «statistic type»: Maximum
- Case field: bremsepunkt_ID

Summary Statistics: Summary Statistics (2)

Parameters | Environments

Input Table
losnepunkt_m_bremseinfo

Output Table
tabell_max_hoyde_per_bremsepunkt

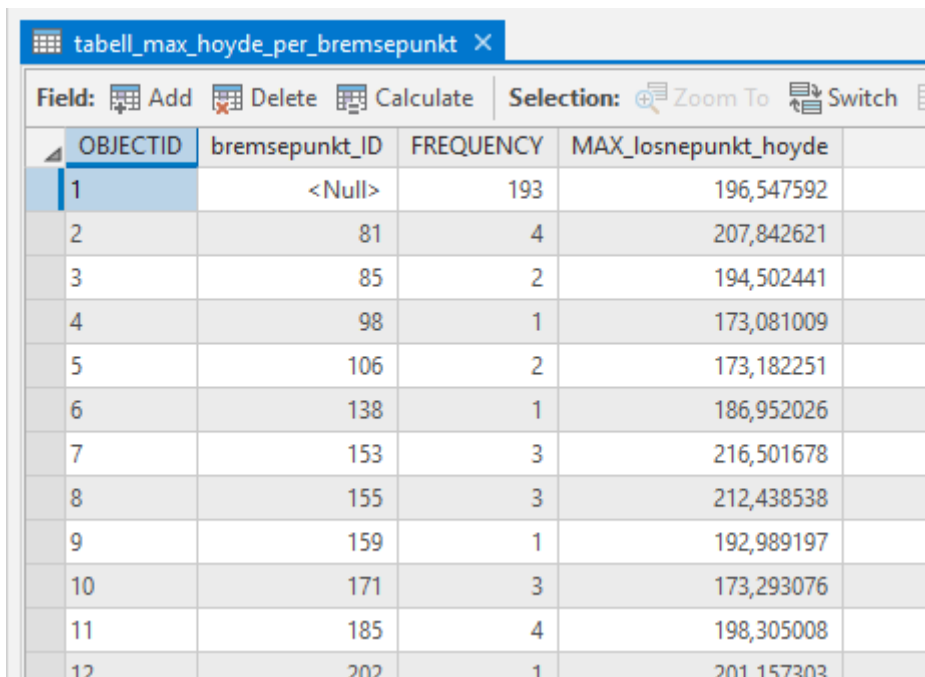
Statistics Field(s)

Field	Statistic Type
losnepunkt_hoyde	Maximum

Case field
bremsepunkt_ID

OK

Resulterende tabell:



OBJECTID	bremsepunkt_ID	FREQUENCY	MAX_losnepunkt_hoyde
1	<Null>	193	196,547592
2	81	4	207,842621
3	85	2	194,502441
4	98	1	173,081009
5	106	2	173,182251
6	138	1	186,952026
7	153	3	216,501678
8	155	3	212,438538
9	159	1	192,989197
10	171	3	173,293076
11	185	4	198,305008
12	202	1	201,157303

For å finne ut hvilke løsnepunkt dette faktisk gjelder blir høyden påført løsnepunktene med «Join Field» og ved å bruke «bremsepunkt_ID» som koblingsattributt:

Join Field:

- Input: losnepunkt_m_bremseinfo
- Input Join Field: bremsepunkt_ID
- Join Table: tabell_max_hoyde_per_bremsepunkt
- Output Join Field: bremsepunkt_ID
- Join Fields: MAX_losnepunkt_hoyde

Join Field

Parameters | Environments

Input Table

Input Join Field

Join Table

Output Join Field

Join Fields

OK

Resulting attribute table:

OBJECTID	Shape	pointid	losnepunkt_hoyde	losnepunkt_ID	losnepunkt_X	losnepunkt_Y	bremsepunkt_hoyde	bremsepunkt_x	bremsepunkt_y	bremsepunkt_ID	MAX_losnepunkt_hoyde
1	Point	1	216,5017	1	579687,385131	6637668,400111	21312	57969139	663766640	153	216,501678
2	Point	2	214,5187	2	579689,385131	6637668,400111	21312	57969139	663766640	153	216,501678
3	Point	3	212,4385	3	579697,385131	6637668,400111	19816	57971339	663766640	155	212,438538
4	Point	4	210,1887	4	579699,385131	6637668,400111	19816	57971339	663766640	155	212,438538
5	Point	5	207,8426	5	579701,385131	6637668,400111	19827	57971339	663766840	81	207,842621
6	Point	6	205,6805	6	579703,385131	6637668,400111	19827	57971339	663766840	81	207,842621
7	Point	7	203,5065	7	579705,385131	6637668,400111	19827	57971339	663766840	81	207,842621
8	Point	8	201,6358	8	579707,385131	6637668,400111	19827	57971339	663766840	81	207,842621
9	Point	9	194,5024	9	579723,385131	6637668,400111	19053	57972939	663766840	85	194,502441
10	Point	10	192,8956	10	579725,385131	6637668,400111	19053	57972939	663766840	85	194,502441
11	Point	11	173,081	11	579771,385131	6637668,400111	17108	57977539	663766840	98	173,081009
12	Point	12	171,2931	12	579797,385131	6637668,400111	16885	57979339	663766840	106	173,182251
13	Point	13	173,1823	13	579799,385131	6637668,400111	16885	57979339	663766840	106	173,182251
14	Point	14	187,389	14	579873,385131	6637668,400111	18204	57986539	663766040	311	187,389023
15	Point	15	186,952	15	579905,385131	6637668,400111	18469	57990139	663766840	138	186,952026
16	Point	16	188,267	16	579907,385131	6637668,400111	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	196,547592

1.6.2 Filtrering av løsnepunktene etter høyeste løsnepunkt per dreksområde

Til slutt gjøres den faktiske filtreringen ved å benytte «Feature class to feature class», men bare lagre de punktene hvor høyden er den samme som den beregnede maxhøyden for det aktuelle bremsepunktet, og hvor bremsepunkt_ID ikke er Null (hvilket sørger for at vi bare får med løsnepunkt som har et tilhørende bremsepunkt). Dette velges i «Expression» feltet.

Feature Class to Feature Class:

- Input: losnepunkt_m_bremseinfo
- Output Location: database
- Output Feature Class: losnepunkt_m_max_hoyde_per_dreksomrade
- Expression:
losnepunkt_hoyde = MAX_losnepunkt_hoyde And bremsepunkt_ID IS NOT NULL

Feature Class to Feature Class: Feature Class to Feat

Parameters | Environments

Input Features

losnepunkt_m_bremseinfo (2)

Output Location

database

Output Feature Class

losnepunkt_m_max_hoyde_per_drensomrade

Expression

SQL

losnepunkt_hoyde is Equal to MAX_losnepunkt

And bremsepunkt_ID is Not Null

Add Clause

Field Map

Output Fields (+)

- pointid
- losnepunkt_hoyde
- losnepunkt_ID
- losnepunkt_X
- losnepunkt_Y
- bremsepunkt_hoyde
- bremsepunkt_x
- bremsepunkt_y
- bremsepunkt_ID
- MAX_losnepunkt_hoyde

Source

Properties

Merge Rule

First

losnepunkt_m_bremseinf

pointid

Add New Source

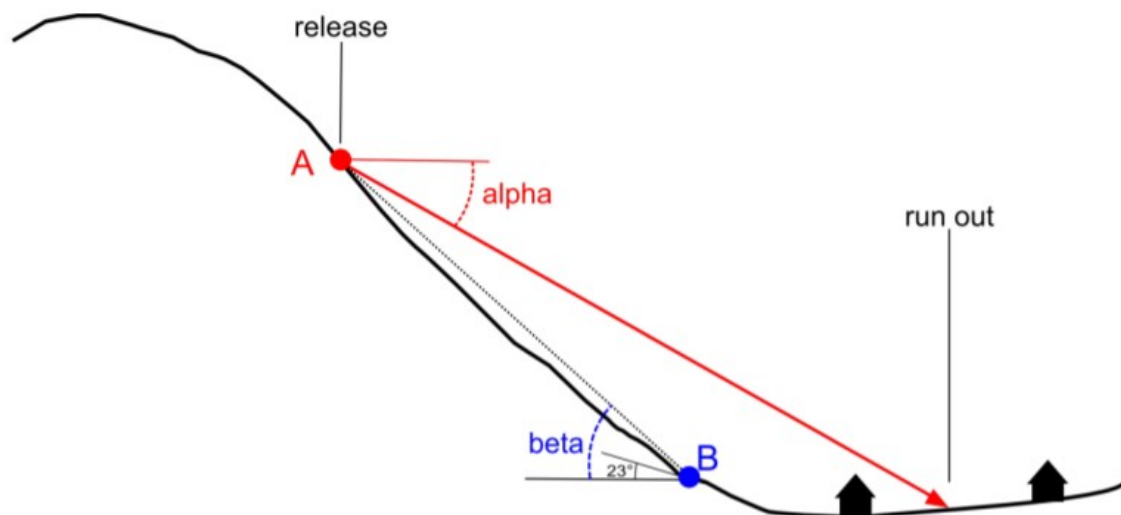
Geodatabase Settings

OK

Resulterende tabell:

OBJECTID	Shape	pointid	losnepunkt_hoyde	losnepunkt_ID	losnepunkt_X	losnepunkt_Y	bremsepunkt_hoyde	bremsepunkt_x	bremsepunkt_y	bremsepunkt_ID	MAX_losnepunkt_hoyde
1	Point	1	216,5017	1	579687,385131	6637668,400111	21312	57969139	663766640	153	216,501678
2	Point	3	212,4385	3	579697,385131	6637668,400111	19816	57971339	663766640	155	212,438538
3	Point	5	207,8426	5	579701,385131	6637668,400111	19827	57971339	663766840	81	207,842621
4	Point	9	194,5024	9	579723,385131	6637668,400111	19053	57972939	663766840	85	194,502441
5	Point	11	173,081	11	579771,385131	6637668,400111	17108	57977539	663766840	98	173,081009
6	Point	13	173,1823	13	579799,385131	6637668,400111	16885	57979339	663766840	106	173,182251
7	Point	14	187,389	14	579873,385131	6637668,400111	18204	57986539	663766040	311	187,389023
8	Point	15	186,952	15	579905,385131	6637668,400111	18469	57990139	663766840	138	186,952026
9	Point	22	211,5961	22	579697,385131	6637666,400111	19921	57970939	663766040	278	211,596054
10	Point	24	192,9892	24	579725,385131	6637666,400111	19060	57972939	663766640	159	192,989197
11	Point	25	174,4335	25	579769,385131	6637666,400111	17075	57977539	663766440	214	174,433502
12	Point	29	173,2931	29	579799,385131	6637666,400111	16882	57979339	663766640	171	173,293076
13	Point	33	211,6808	33	579695,385131	6637664,400111	19868	57970939	663765640	368	211,680817
14	Point	35	201,1573	35	579707,385131	6637664,400111	19889	57971139	663766440	202	201,157303
15	Point	36	173,9987	36	579769,385131	6637664,400111	17057	57977539	663766240	251	173,998672

1.7 Beregning av alfa og beta vinkler



For å beregne alfa og beta vinklene som behøves for videre analyse av utløpslengden til steinsprang, benyttes løsnepunktet (A) og tilhørende bremsepunkt (B) sine høyder, og posisjon (x og y koordinater). Verdiene benyttes for å beregne stigningsvinkelen (beta) (i forhold til horisontalplanet) mellom løsnepunktene og bremsepunktet. Forholdet mellom alfa og beta er også bestemt i tidligere benyttet metodikk for bestemmelse av norske steinsprang med alfa-beta modellen (Derron et al, 2016). I dette steget vil vi beregne alfa- og beta-vinklene for alle løsnepunktene.

1.7.1 Ending av verdier tilbake til desimaltall

Bremsepunktens verdier endres fra heltallsform tilbake til faktiske verdi ved å dividere med avrundingsoppløsningen. Vi deler derfor høyden og koordinatene med 100 i «Calculate fields».

Calculate Fields:

- Input: losnepunkt_m_max_hoyde_per_drensomrade

Field Name:	Expression:
bremsepunkt_hoyde	!bremsepunkt_hoyde!/100
bremsepunkt_x	!bremsepunkt_x!/100
bremsepunkt_y	!bremsepunkt_y!/100

Calculate Fields: Calculate Fields (2)

Parameters | Environments

Input Table
losnepunkt_m_max_hoyde_per_drensomrade

Expression Type
Python 3

Fields

Field Name	Expression
bremsepunkt_hoyde	!bremsepunkt_hoyde!/100
bremsepunkt_x	!bremsepunkt_x!/100
bremsepunkt_y	!bremsepunkt_y!/100

Code Block

OK

Resulterende tabell:

OBJECTID	Shape	pointid	losnepunkt_hoyde	losnepunkt_ID	losnepunkt_X	losnepunkt_Y	bremsepunkt_hoyde	bremsepunkt_x	bremsepunkt_y	bremsepunkt_ID	MAX_losnepunkt_hoyde
1	Point	1	216,5017	1	579687,385131	6637668,400111	213,12	579691,39	6637666,4	153	216,501678
2	Point	3	212,4385	3	579697,385131	6637668,400111	198,16	579713,39	6637666,4	155	212,438538
3	Point	5	207,8426	5	579701,385131	6637668,400111	198,27	579713,39	6637668,4	81	207,842621
4	Point	9	194,5024	9	579723,385131	6637668,400111	190,53	579729,39	6637668,4	85	194,502441
5	Point	11	173,081	11	579771,385131	6637668,400111	171,08	579775,39	6637668,4	98	173,081009
6	Point	13	173,1823	13	579799,385131	6637668,400111	168,85	579793,39	6637668,4	106	173,182251
7	Point	14	187,389	14	579873,385131	6637668,400111	182,04	579865,39	6637660,4	311	187,389023
8	Point	15	186,952	15	579905,385131	6637668,400111	184,69	579901,39	6637668,4	138	186,952026
9	Point	22	211,5961	22	579697,385131	6637666,400111	199,21	579709,39	6637660,4	278	211,596054
10	Point	24	192,9892	24	579725,385131	6637666,400111	190,6	579729,39	6637666,4	159	192,989197
11	Point	25	174,4335	25	579769,385131	6637666,400111	170,75	579775,39	6637664,4	214	174,433502
12	Point	29	173,2931	29	579799,385131	6637666,400111	168,82	579793,39	6637666,4	171	173,293076
13	Point	33	211,6808	33	579695,385131	6637664,400111	198,68	579709,39	6637656,4	368	211,680817
14	Point	35	201,1573	35	579707,385131	6637664,400111	198,89	579711,39	6637664,4	202	201,157303
15	Point	36	173,9987	36	579769,385131	6637664,400111	170,57	579775,39	6637662,4	251	173,998672
16	Point	39	171,7964	39	579797,385131	6637664,400111	168,25	579791,39	6637664,4	216	171,796371

1.7.2 Beregning av alfavinkel og betavinkel

Først legger vi til feltene som skal beregnes med «Add Field».

Add Field:

- Input: losnepunkt_m_max_hoyde_per_drensomrade
- Field Name: alfa_vinkel
- Field Type: FLOAT

Add Field: Add Field (3) ✕

Parameters | Environments ?

Input Table
losnepunkt_m_max_hoyde_per_drensomrade (2) 📁

Field Name
alfa_vinkel ▼

Field Type
FLOAT ▼

Field Precision ▼

Field Scale ▼

Field Alias
▼

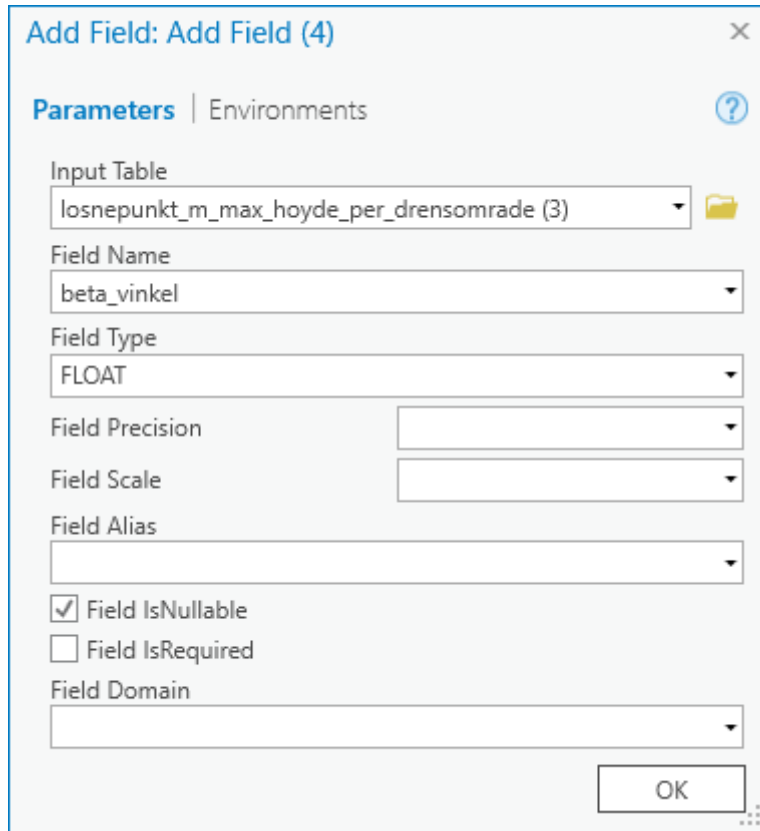
Field IsNullable
 Field IsRequired

Field Domain
▼

OK ⋮

Add Field:

- Input: losnepunkt_m_max_hoyde_per_drensomrade
- Field Name: beta_vinkel
- Field Type: FLOAT



Deretter beregnes først beta-vinkel med «Calculate Field» med følgende formel:

$$\Delta h = H_A - H_B, \quad \Delta x = X_A - X_B, \quad \Delta y = Y_A - Y_B$$

$$\beta = \tan^{-1} \left(\frac{\Delta h}{\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}} \right)$$

Calculate Field:

- Input: losnepunkt_m_max_hoyde_per_drensomrade
- Field Name: beta_vinkel =

```
math.degrees(math.atan(( !losnepunkt_hoyde! -  
!bremsepunkt_hoyde!)/(math.sqrt(math.pow( !losnepunkt_X! -  
!bremsepunkt_x!, 2 ) + math.pow( !losnepunkt_Y! - !bremsepunkt_y!, 2 ) ))))
```

Formelen beregner vinkelen av en rettlinjet strek, som går fra bremsepunktet til løsnepunktet, mot horisontalplanet.

Og deretter alfa-vinkel med følgende formel:

$$\alpha = 0.77 * \beta + 3.9^\circ$$

Calculate Field:

- Input: losnepunkt_m_max_hoyde_per_drensomrade
- Field Name: alfa_vinkel
- alfa_vinkel =
0.77* !beta_vinkel!+3.9

Calculate Field: Calculate Field (4)

Parameters | Environments

Input Table
losnepunkt_m_max_hoyde_per_drensomrade (5)

Field Name
alfa_vinkel

Expression Type
PYTHON_9.3

Expression

Fields

- OBJECTID
- Shape
- pointid
- losnepunkt_hoyde
- losnepunkt_ID
- losnepunkt_X
- losnepunkt_Y

Helpers

- Abs()
- Acos()
- Asin()
- Atan()
- Atan2()
- Average()
- Ceil()

Insert Values

* / + - =

alfa_vinkel =

```
0.77* !beta_vinkel!+3.9
```

Code Block

OK

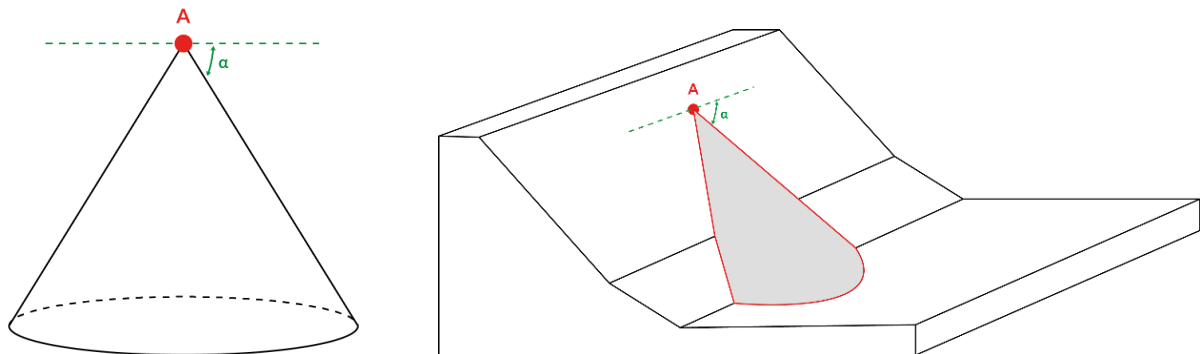
Nå ser attributt-tabellen ut som dette:

pointid	losnepunkt_hoyde	losnepunkt_ID	losnepunkt_X	losnepunkt_Y	bremspunkt_hoyde	bremspunkt_x	bremspunkt_y	bremspunkt_ID	MAX_losnepunkt_hoyde	alfa_vinkel	beta_vinkel
1	216,5017	1	579687,385131	6637668,400111	213,12	579691,39	6637666,4	153	216,501678	32,44265	37,06838
3	212,4385	3	579697,385131	6637668,400111	198,16	579713,39	6637666,4	155	212,438538	35,86796	41,51683
5	207,8426	5	579701,385131	6637668,400111	198,27	579713,39	6637668,4	81	207,842621	33,59783	38,56861
9	194,5024	9	579723,385131	6637668,400111	190,53	579729,39	6637668,4	85	194,502441	29,68408	33,48582
11	173,081	11	579771,385131	6637668,400111	171,08	579775,39	6637668,4	98	173,081009	24,34245	26,54863
13	173,1823	13	579799,385131	6637668,400111	168,85	579793,39	6637668,4	106	173,182251	31,507	35,85325
14	187,389	14	579873,385131	6637668,400111	182,04	579865,39	6637660,4	311	187,389023	23,38937	25,31087
15	186,952	15	579905,385131	6637668,400111	184,69	579901,39	6637668,4	138	186,952026	26,62891	29,51807
22	211,5961	22	579697,385131	6637666,400111	199,21	579709,39	6637660,4	278	211,596054	36,78207	42,70399
24	192,9892	24	579725,385131	6637666,400111	190,6	579729,39	6637666,4	159	192,989197	27,63078	30,81919
25	174,4335	25	579769,385131	6637666,400111	170,75	579775,39	6637664,4	214	174,433502	27,15302	30,19873
29	173,2931	29	579799,385131	6637666,400111	168,82	579793,39	6637666,4	171	173,293076	32,18013	36,72744
33	211,6808	33	579695,385131	6637664,400111	198,68	579709,39	6637656,4	368	211,680817	33,83062	38,87094
35	201,1573	35	579707,385131	6637664,400111	198,89	579711,39	6637664,4	202	201,157303	26,62713	29,51575
36	173,9987	36	579769,385131	6637664,400111	170,57	579775,39	6637662,4	251	173,998672	25,80309	28,44557

1.8 Markering av utløpsområder for potensielle løsnepunkter

For å markere hvilke celler i terrenngmodellen som ligger under alfavinkelen i flere dimensjoner enn et snitt behøver vi et verktøy som kan avgrense alfavinkelen i alle retninger ut fra løsnepunktet. Hvis du skal peke en vektor ut fra løsnepunktet med en vinkel (alfa) mot horisontalplanet i alle retninger ender du opp med en kjegle med bratthet lik alfa. Der kjeglen og terrenget møtes vil være maksimal utløpslengde for det aktuelle løsnepunktet i alle retninger.

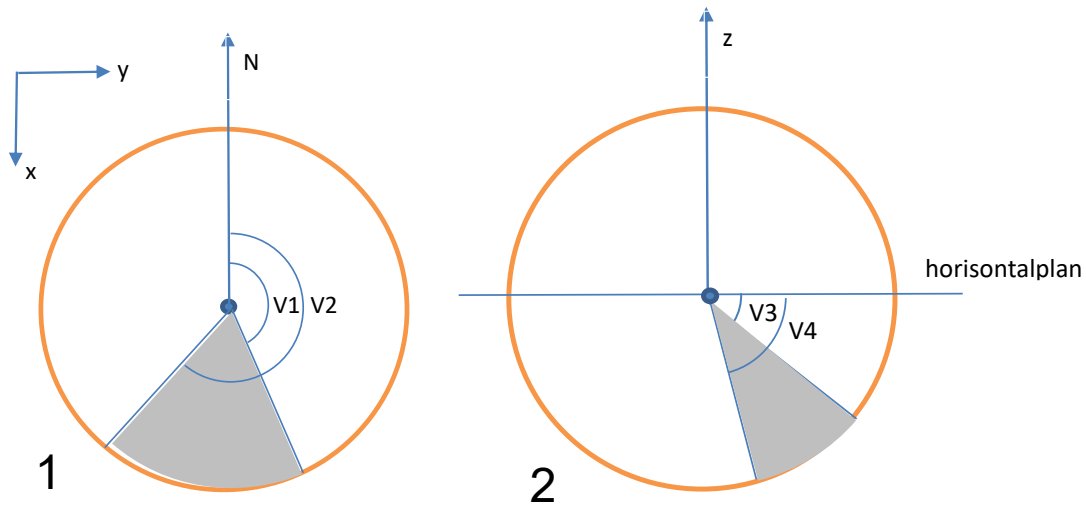
I denne delen konstrueres derfor et kjeglesnitt mellom terrenget og en kjegle med bratthet lik alfa. Alle områder i terrenget som blir dekket av kjeglen kan markeres som utfallsområdet til det aktuelle løsnepunktet.



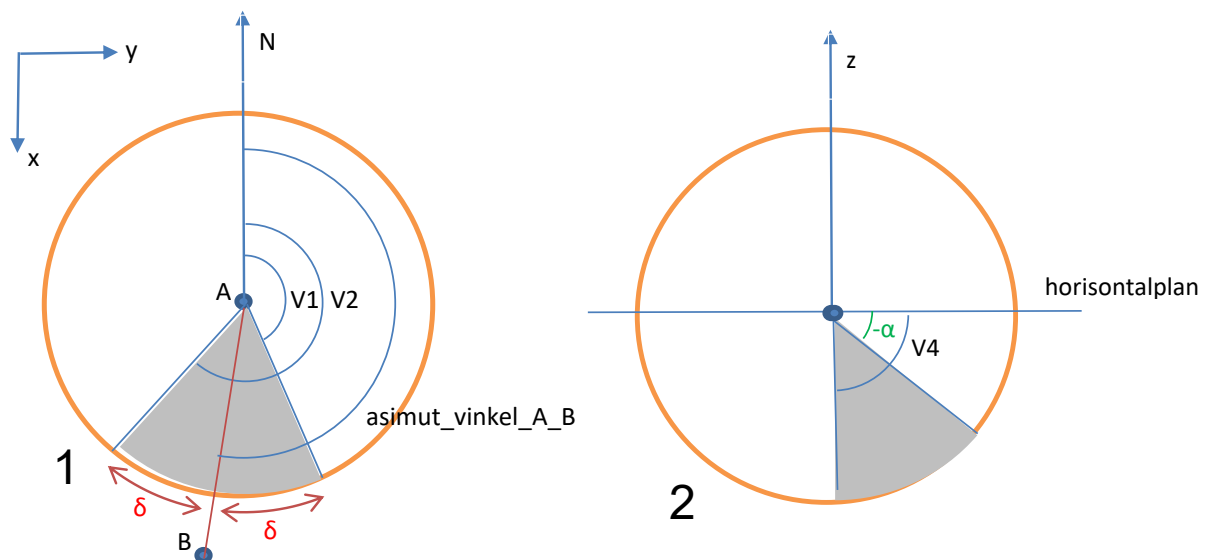
Kjeglesnittet realiseres gjennom bruken av «Visibility» i ArcGis og behøver beregning av noen ekstra parametere for å oppføre seg som ønsket. «Visibility» er egentlig et verktøy for å beregne siktlinjer, men vi er ikke interessert i å gjøre denne analysen. Vi ønsker kun å benytte oss av «Observer Parameters» begrensningene til verktøyet.

Under «Observer Parameters» kan man begrense i hvilke retninger en skal teste for sikt fra observatøren (blå prikk) sitt perspektiv. Eksempelvis avgrenser man retningen i horisontalplanet (1) ved å gi horisontal startvinkel (V1) og horisontal sluttvinkel (V2) i forhold til asimut (Nord retning).

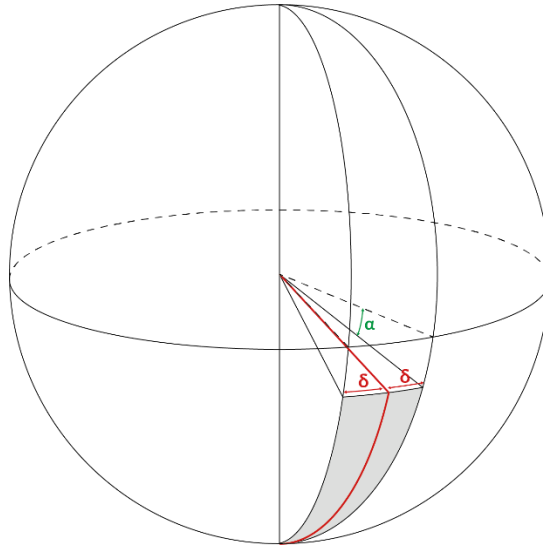
Avgrensning i vertikalretning (2) skjer ved å oppgi vertikal startvinkel (V3) og vertikal sluttvinkel (V4) i forhold til horisontalplanet, og kan være verdier fra 0 til 360. Negativ vinkel betyr under horisontalplanet (slik vi ser på figuren) og kan være verdier fra 0 til -90. Positiv vinkel betyr over horisontalplanet og kan være verdier fra 0 til 90.



I vår metode ønsker vi å bruke denne avgrensningen til å markere utfallsområdet for steinsprang ved å sette de begrensende verdiene. For vertikal begrensning settes V3 til å være $-\alpha$ og lar V4 være tom (for å indikere -90 grader). Vi ønsker også å begrense hvor vidt skredet sprer seg nedover utfallsområde. Her regner vi spredningen ved å ta asimutvinkelen mellom løsnepunkt A og bremsepunkt B i horisontalplanet (asimut_vinkel_A_B) ± 30 (δ) grader. $V1 = \text{asimut_vinkel_A_B} - 30$ og $V2 = \text{asimut_vinkel_A_B} + 30$.



Utfallsområdet for hvert løsnepunkt vil være alle celler i terrenget som ligger innenfor disse begrensningene (Celler som ligger inni grått skravert område fra utfallspunktet sin plassering i terrenget).



Avgrensning av «Visibility» sin siktanalyse I horisontal og vertikal retning. Gråskravert område representerer gjenværende område for siktanalyse, og er begrenset av skygevinkel α og spredningsvinkel δ .

For å gjennomføre kjeglesnittet må vi først beregne de avgrensende vinklene.

1.8.1 Beregning av begrensningsparametere

Den første parameteren som beregnes er asimut vinkel AB. Vi legger først til feltet med «Add field».

Add Field:

- Input: losnepunkt_m_max_hoyde_per_drensomrade
- Field Name: asimut_vinkel_A_B
- Field Type: FLOAT

Så beregnes selve vinkelen (grader) med «Calculate field»:

Calculate Field:

- Input: losnepunkt_m_max_hoyde_per_drensomrade
- Field Name: asimut_vinkel_A_B
- asimut_vinkel_A_B =

beregn_asimut_A_B(!losnepunkt_X! , !losnepunkt_Y! , !bremsepunkt_x! , !bremsepunkt_y!)

- Code Block:

```
def beregn_asimut_A_B(x1,y1,x2,y2):
```

```
    dx = x2 - x1
```

```
    dy = y2 - y1
```

```
    vinkel = math.degrees(math.atan2((dx),(dy)))
```

```
    if vinkel < 0: vinkel += 360
```

```
    return vinkel
```

Calculate Field: Calculate Field (5)
✕

Parameters | Environments ?

Input Table

Field Name

Expression Type

Expression

Fields

- OBJECTID
- Shape
- pointid
- losnepunkt_hoyde
- losnepunkt_ID
- losnepunkt_X
- losnepunkt_Y

Helpers

- Abs()
- Acos()
- Asin()
- Atan()
- Atan2()
- Average()
- Ceil()

Insert Values * / + - =

asimut_vinkel_A_B =

beregn_asimut_A_B(!losnepunkt_X! , !losnepunkt_

✖
✓
📁
➔

Code Block

```
def beregn_asimut_A_B(x1,y1,x2,y2):
    dx = x2 - x1
    dy = y2 - y1

    vinkel = math.degrees(math.atan2((dx),(dy)))

    if vinkel < 0: vinkel += 360
```

Deretter legger vi til feltene «asimut_start» (V1 i figur) og «asimut_stopp» (V2 i figur) hvilket er den øvre og nedre grensen for celler vi ønsker å teste for sikt ved horisontal avgrensning. Vi benytter igjen «add field»:

Add Field:

- Input: losnepunkt_m_max_hoyde_per_drensomrade
- Field Name: asimut_start
- Field Type: DOUBLE

The screenshot shows a dialog box titled "Add Field: Add Field (6)". It has a close button (X) in the top right corner. Below the title bar, there are two tabs: "Parameters" (selected) and "Environments". A help icon (?) is to the right of the tabs. The "Parameters" section contains the following fields:

- Input Table:** A dropdown menu showing "losnepunkt_m_max_hoyde_per_drensomrade (9)" with a folder icon to its right.
- Field Name:** A dropdown menu showing "asimut_start".
- Field Type:** A dropdown menu showing "DOUBLE".
- Field Precision:** An empty dropdown menu.
- Field Scale:** An empty dropdown menu.
- Field Alias:** An empty dropdown menu.
- Field IsNullable:** A checked checkbox.
- Field IsRequired:** An unchecked checkbox.
- Field Domain:** An empty dropdown menu.

An "OK" button is located at the bottom right of the dialog box.

Add Field:

- Input: losnepunkt_m_max_hoyde_per_drensomrade
- Field Name: asimut_stopp
- Field Type: DOUBLE

The screenshot shows the 'Add Field' dialog box with the following settings:

- Input Table: losnepunkt_m_max_hoyde_per_drensomrade (8)
- Field Name: asimut_stopp
- Field Type: DOUBLE
- Field Precision: (empty)
- Field Scale: (empty)
- Field Alias: (empty)
- Field IsNullable:
- Field IsRequired:
- Field Domain: (empty)

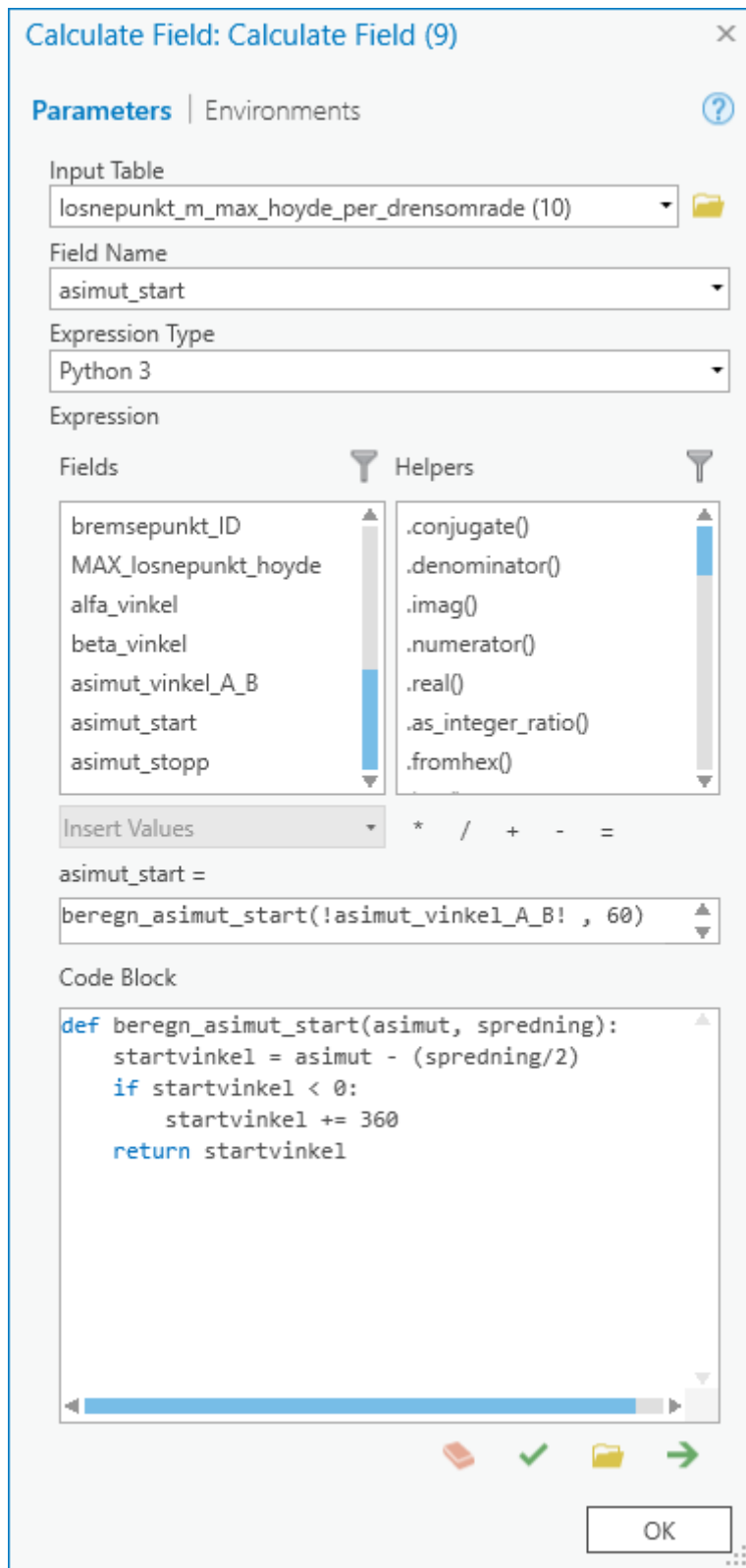
Og deretter «Calculate field» for å beregne disse grensene.

Her beregnes start og stopp vinkel i det horisontale planet for begrensning av spredningen til skredet. Verdiene justeres også, så alle vinkler faller innenfor 0 -> 360 grader.

Calculate Field:

- Input: losnepunkt_m_max_hoyde_per_drensomrade
- Field Name: asimut_start
- asimut_start =
beregng_asimut_start(!asimut_vinkel_A_B! , 60)
- Code Block:

```
def beregng_asimut_start(asimut, spredning):
    startvinkel = asimut - (spredning/2)
    if startvinkel < 0:
        startvinkel += 360
    return startvinkel
```



Calculate Field:

- Input: losnepunkt_m_max_hoyde_per_drensomrade
- Field Name: asimut_stopp
- asimut_stopp =
bereg_n_asimut_stopp(!asimut_vinkel_A_B! , 60)
- Code Block:

```
def beregn_asimut_stopp(asimut, spredning):  
    stoppvinkel = asimut + (spredning/2)  
    if stoppvinkel > 360:  
        stoppvinkel -= 360  
    return stoppvinkel
```

Calculate Field: Calculate Field (6)

Parameters | Environments

Input Table
losnepunkt_m_max_hoyde_per_drensomrade (15)

Field Name
asimut_stopp

Expression Type
Python 3

Expression

Fields

- bremsepunkt_ID
- MAX_losnepunkt_hoyde
- alfa_vinkel
- beta_vinkel
- asimut_vinkel_A_B
- asimut_start
- asimut_stopp

Helpers

- .conjugate()
- .denominator()
- .imag()
- .numerator()
- .real()
- .as_integer_ratio()
- .fromhex()

Insert Values * / + - =

asimut_stopp =
bereg_n_asimut_stopp(!asimut_vinkel_A_B! , 60)

Code Block

```
def beregn_asimut_stopp(asimut, spredning):  
    stoppvinkel = asimut + (spredning/2)  
    if stoppvinkel > 360:  
        stoppvinkel -= 360  
    return stoppvinkel
```

OK

Her i prosessen ser tabellen ut som følgende:

losnepunkt_X	losnepunkt_Y	bremsepunkt_hoyde	bremsepunkt_x	bremsepunkt_y	bremsepunkt_ID	MAX_losnepunkt_hoyde	alfa_vinkel	beta_vinkel	asimut_vinkel_A_B	asimut_start	asimut_stopp
387,385131	6637668,400111	213,12	579691,39	6637666,4	153	216,501678	32,44265	37,06838	116,5384	86,5384	146,5384
397,385131	6637668,400111	198,16	579713,39	6637666,4	155	212,438538	35,86796	41,51683	97,12326	67,12326	127,12326
701,385131	6637668,400111	198,27	579713,39	6637668,4	81	207,842621	33,59783	38,56861	90,00053	60,00053	120,00053
723,385131	6637668,400111	190,53	579729,39	6637668,4	85	194,502441	29,68408	33,48582	90,00105	60,00105	120,00105
771,385131	6637668,400111	171,08	579775,39	6637668,4	98	173,081009	24,34245	26,54863	90,00158	60,00158	120,00158
799,385131	6637668,400111	168,85	579793,39	6637668,4	106	173,182251	31,507	35,85325	269,9989	239,9989	299,9989
373,385131	6637668,400111	182,04	579865,39	6637660,4	311	187,389023	23,38937	25,31087	224,9822	194,9822	254,9822
405,385131	6637668,400111	184,69	579901,39	6637668,4	138	186,952026	26,62891	29,51807	269,9984	239,9984	299,9984
397,385131	6637666,400111	199,21	579709,39	6637660,4	278	211,596054	36,78207	42,70399	116,5562	86,5562	146,5562
725,385131	6637666,400111	190,6	579729,39	6637666,4	159	192,989197	27,63078	30,81919	90,00158	60,00158	120,00158
769,385131	6637666,400111	170,75	579775,39	6637664,4	214	174,433502	27,15302	30,19873	108,422	78,422	138,422
799,385131	6637666,400111	168,82	579793,39	6637666,4	171	173,293076	32,18013	36,72744	269,9989	239,9989	299,9989
395,385131	6637664,400111	198,68	579709,39	6637656,4	368	211,600817	33,83062	38,87094	119,7366	89,7366	149,7366
707,385131	6637664,400111	198,89	579711,39	6637664,4	202	201,157303	26,62713	29,51575	90,00158	60,00158	120,00158
769,385131	6637664,400111	170,57	579775,39	6637662,4	251	173,998672	25,80309	28,44557	108,422	78,422	138,422

Vi gjør også om alfavinkelen til en negativ vinkel ettersom dette tilsvarer avgrensning i nedover-retning under horisontalplanet:

Calculate Field:

- Input: losnepunkt_m_max_hoyde_per_drensomrade
- Field Name: alfa_vinkel
- alfa_vinkel =
-!alfa_vinkel!

Calculate Field: Calculate Field (7)

Parameters | Environments ?

Input Table
losnepunkt_m_max_hoyde_per_drensomrade (12)

Field Name
alfa_vinkel

Expression Type
Python 3

Expression

Fields

- bremsepunkt_ID
- MAX_losnepunkt_hoyde
- alfa_vinkel
- beta_vinkel
- asimut_vinkel_A_B
- asimut_start
- asimut_stopp

Helpers

- .conjugate()
- .denominator()
- .imag()
- .numerator()
- .real()
- .as_integer_ratio()
- .fromhex()

Insert Values * / + - =

alfa_vinkel =
-!alfa_vinkel!

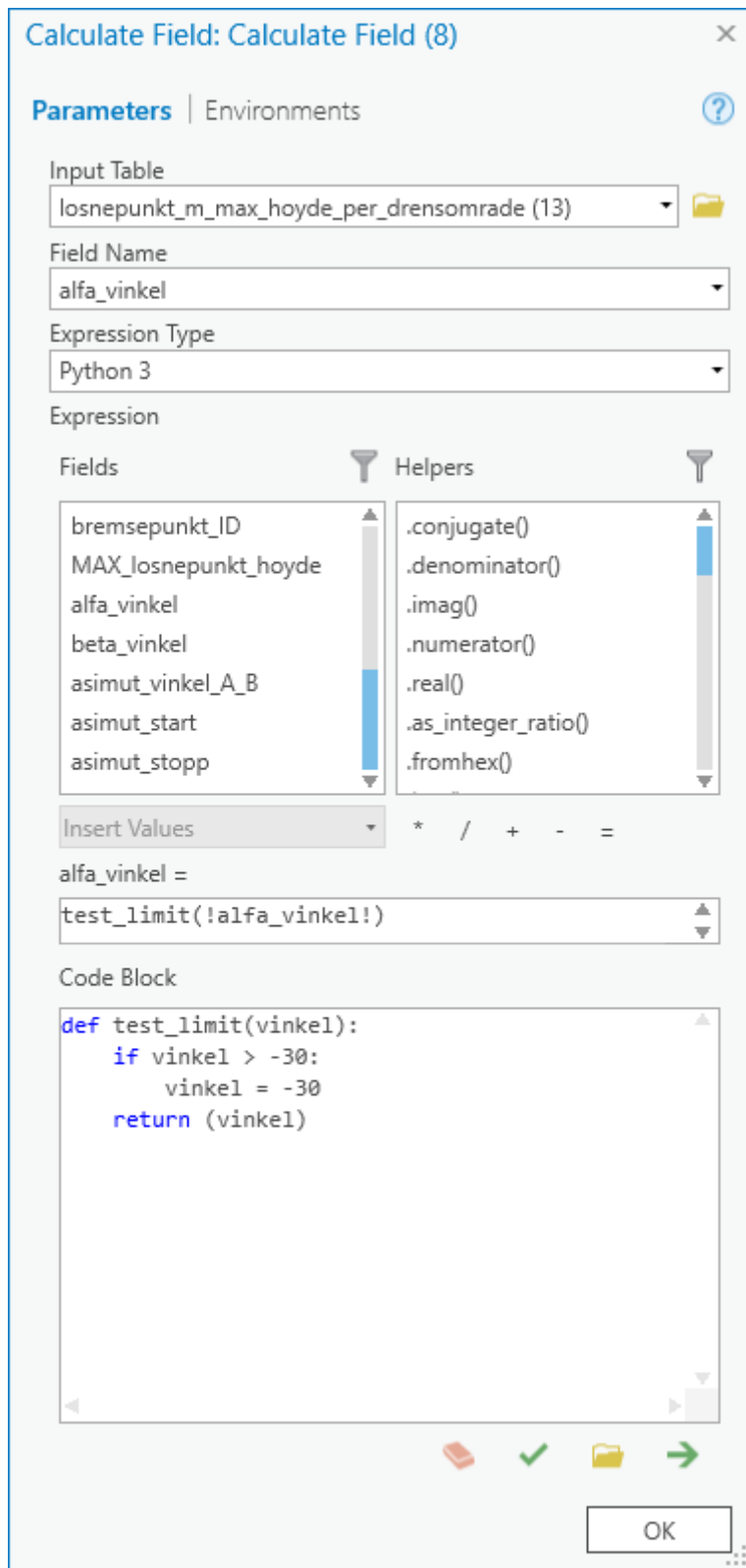
Code Block

OK

For å sørge for at usannsynlige store områder blir markert for steinsprang er det satt en nedre grense for alfa. Minste verdi for alfa er satt til å være 30 grader og korrigeres via «Calculate field» på følgende måte:

Calculate Field:

- Input: losnepunkt_m_max_hoyde_per_drensomrade
- Field Name: alfa_vinkel
- alfa_vinkel =
test_limit(!alfa_vinkel!)
- Code Block:
def test_limit(vinkel):
 if vinkel > -30:
 vinkel = -30
 return (vinkel)



Her i prosessen ser tabellen ut som følgende:

losnepunkt_X	losnepunkt_Y	bremsepunkt_hoyde	bremsepunkt_x	bremsepunkt_y	bremsepunkt_ID	MAX_losnepunkt_hoyde	alfa_vinkel	beta_vinkel	asimut_vinkel_A_B	asimut_start	asimut_stopp
387,385131	6637668,400111	213,12	579691,39	6637666,4	153	216,501678	-32,44265	37,06838	116,5384	86,5384	146,5384
397,385131	6637668,400111	198,16	579713,39	6637666,4	155	212,438538	-35,86796	41,51683	97,12326	67,12326	127,12326
701,385131	6637668,400111	198,27	579713,39	6637668,4	81	207,842621	-33,59783	38,56861	90,00053	60,00053	120,00053
723,385131	6637668,400111	190,53	579729,39	6637668,4	85	194,502441	-30	33,48582	90,00105	60,00105	120,00105
771,385131	6637668,400111	171,08	579775,39	6637668,4	98	173,081009	-30	26,54863	90,00158	60,00158	120,00158
799,385131	6637668,400111	168,85	579793,39	6637668,4	106	173,182251	-31,507	35,85325	269,9989	239,9989	299,9989
373,385131	6637668,400111	182,04	579865,39	6637660,4	311	187,389023	-30	25,31087	224,9822	194,9822	254,9822
305,385131	6637668,400111	184,69	579901,39	6637668,4	138	186,952026	-30	29,51807	269,9984	239,9984	299,9984
397,385131	6637668,400111	199,21	579709,39	6637660,4	278	211,596054	-36,78207	42,70399	116,5562	86,5562	146,5562
725,385131	6637668,400111	190,6	579729,39	6637666,4	159	192,989197	-30	30,81919	90,00158	60,00158	120,00158
769,385131	6637668,400111	170,75	579775,39	6637664,4	214	174,433502	-30	30,19873	108,422	78,422	138,422
799,385131	6637668,400111	168,82	579793,39	6637666,4	171	173,293076	-32,18013	36,72744	269,9989	239,9989	299,9989
395,385131	6637664,400111	198,68	579709,39	6637656,4	368	211,680817	-33,83062	38,87094	119,7366	89,7366	149,7366
707,385131	6637664,400111	198,89	579711,39	6637664,4	202	201,157303	-30	29,51575	90,00158	60,00158	120,00158

1.8.2 Utførelse av «Visibility»-analyse

De beregnede avgrensningene benyttes på anviste steder i «Visibility»-verktøyet. Det er også satt et, like stort, høyt tall for «Surface offset» og «Observer offset». Dette er for at alle celler i terrengmodellen som innfrir vinkelbegrensningene, satt under «Observer parameters», skal bli markert som «synlige». På denne måten markeres alle celler som ligger innenfor vinkelbegrensningene, uavhengig av sikt.

Merk også at «Use NoData for non-visible cells» er huket av.

Visibility:

- Input raster: terrengmodell_fill
- Input point or polyline observer features: losnepunkt_m_max_hoyde_per_drensomrade
- Output: utfallsomrade
- Use NoData for non-visible cells:
- Observer parameters (en neddrøppmeny helt i bunn av verktøysvinduet):
 - o Surface offset: 9999999999
 - o Observer offset: 9999999999
 - o Horizontal start angle: asimut_start
 - o Horizontal stop angle: asimut_stopp
 - o Vertical upper angle: alfa_vinkel

Visibility ×

Parameters | Environments ?

Input raster
terrengmodell_fill 📁

Input point or polyline observer features
losnepunkt_m_max_hoyde_per_drensomrade (14) 📁 ✎

Output raster
utfallsomrade 📁

Output above ground level raster
📁

Analysis type
Frequency ▾

Use NoData for non-visible cells

Z factor 1 ▾

Use earth curvature corrections

▼ Observer parameters

Surface offset
999999999 ▾

Observer elevation
▾

Observer offset
999999999 ▾

Inner radius
▾

Outer radius
▾

Horizontal start angle
asimut_start ▾

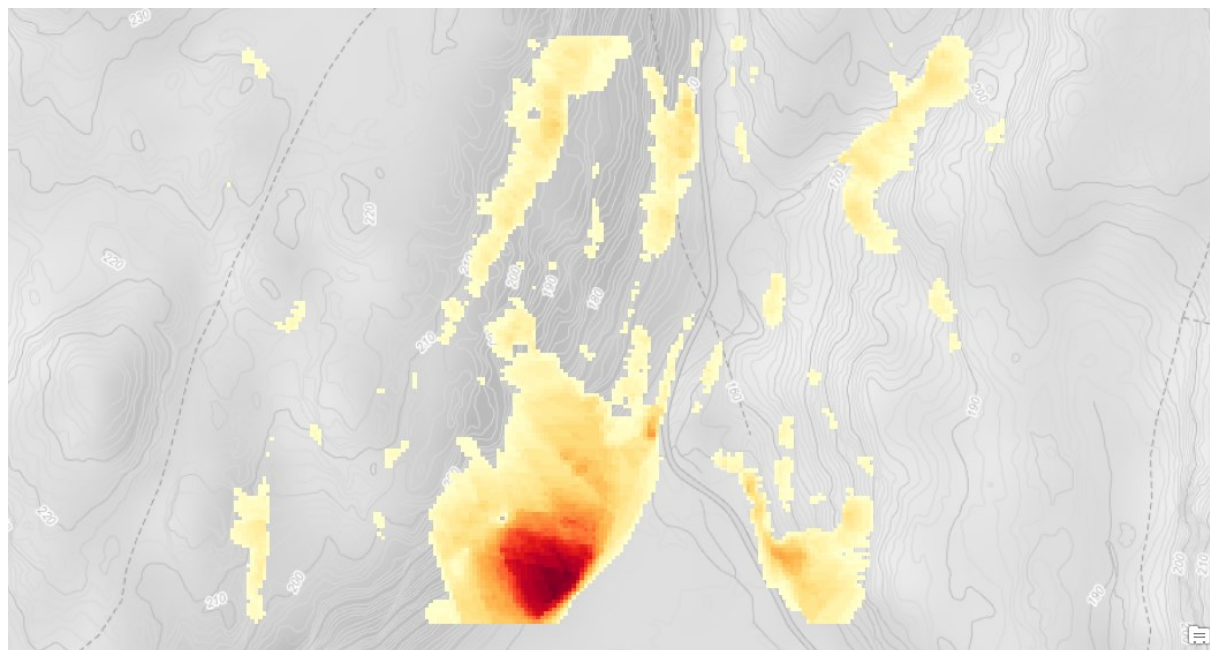
Horizontal end angle
asimut_stopp ▾

Vertical upper angle
alfa_vinkel ▾

Vertical lower angle
▾

OK ⋮

«Visibility»- verktøyet resulterer i lignende raster. Alle områder som ikke er «NoData» er ansett som det kombinerte utfallsområdet til løsnepunktene, og beskriver at det er mulighet for steinsprangutfall i disse områdene. Verdiene i rasteret er ellers overfløydige og gir ikke informasjon om hyppighet eller sannsynlighet for steinsprang, selv om det kan fremstå slik.



2 Hvordan sette sammen resultatene til et ferdig aktsomhetskart

Utfallsområdet gir en indikasjon på hvor steinsprang går, men må bearbeides mer for å forsikre oss om at aktsomhetskartene blir konservative nok.

Resulterende aktsomhetskart vil bestå av utfallsområdet + løsneområde, og pålagt en buffer på (terrengmodellens oppløsning)*2. Resultatet vil vise polygoner/områder med aktsomhet for steinsprang.

2.1 Sammenslåelse av raster

For å slå sammen utfallsområdet og løsneområdet benyttes «Mosaic to New Raster»:

Mosaic to New Raster:

- Input rasters:
 - o utfallsomrade
 - o losneomrade_raster
- Output Location: database
- Raster Dataset Name with Extension: aktsomhet_raster
- Number of Bands: 1
- Mosaic Operator: First
- Mosaic Colormap Mode: First

Mosaic To New Raster

Parameters | Environments

Input Rasters

utfallsomrade

rasomrade_raster

Output Location

database

Raster Dataset Name with Extension

aktsomhet_raster

Spatial Reference for Raster

Pixel Type

8 bit unsigned

Cellsize

Number of Bands

1

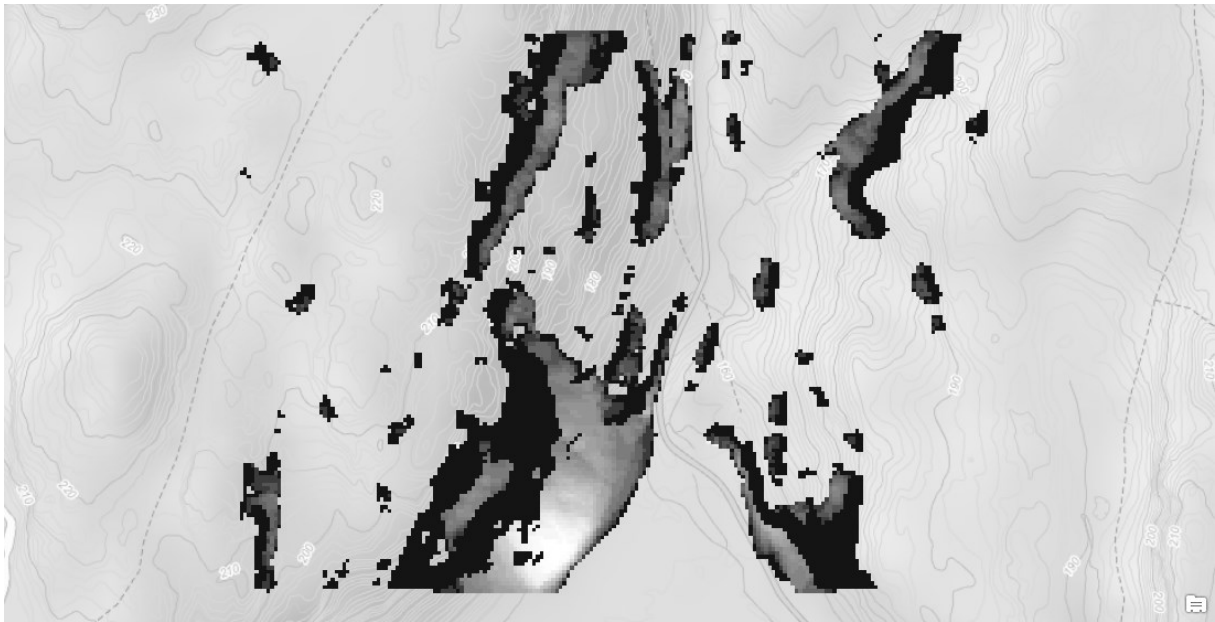
Mosaic Operator

First

Mosaic Colormap Mode

First

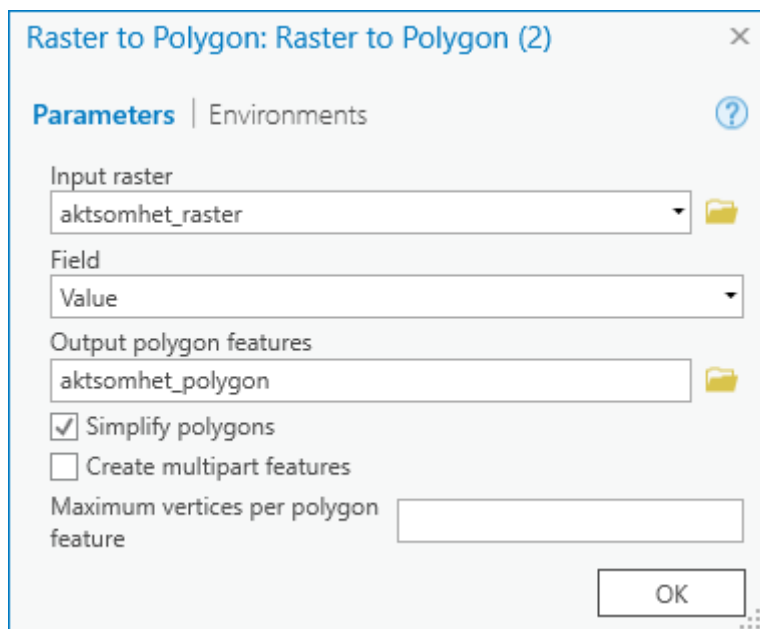
OK

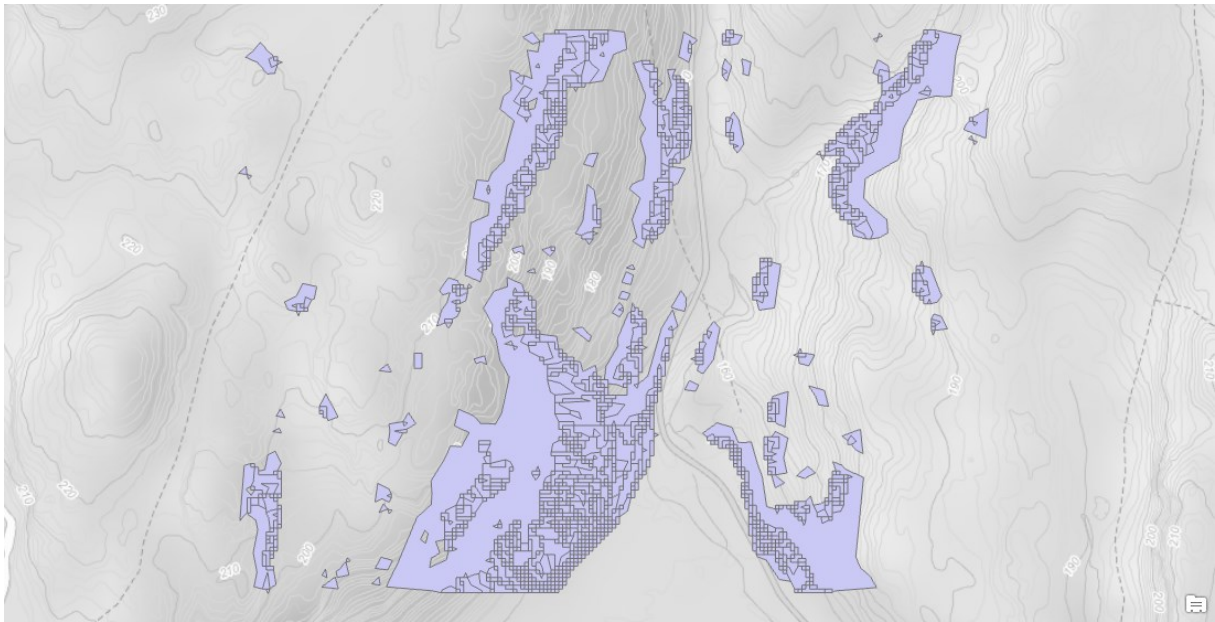


Deretter konverteres rasteret til polygoner ved å benytte «Raster to Polygon» etterfulgt av «Dissolve» for å lage ett sammenhengende polygon:

Raster to Polygon:

- Input: aktsomhet_raster
- Output: aktsomhet_polygon
- Simplify polygons



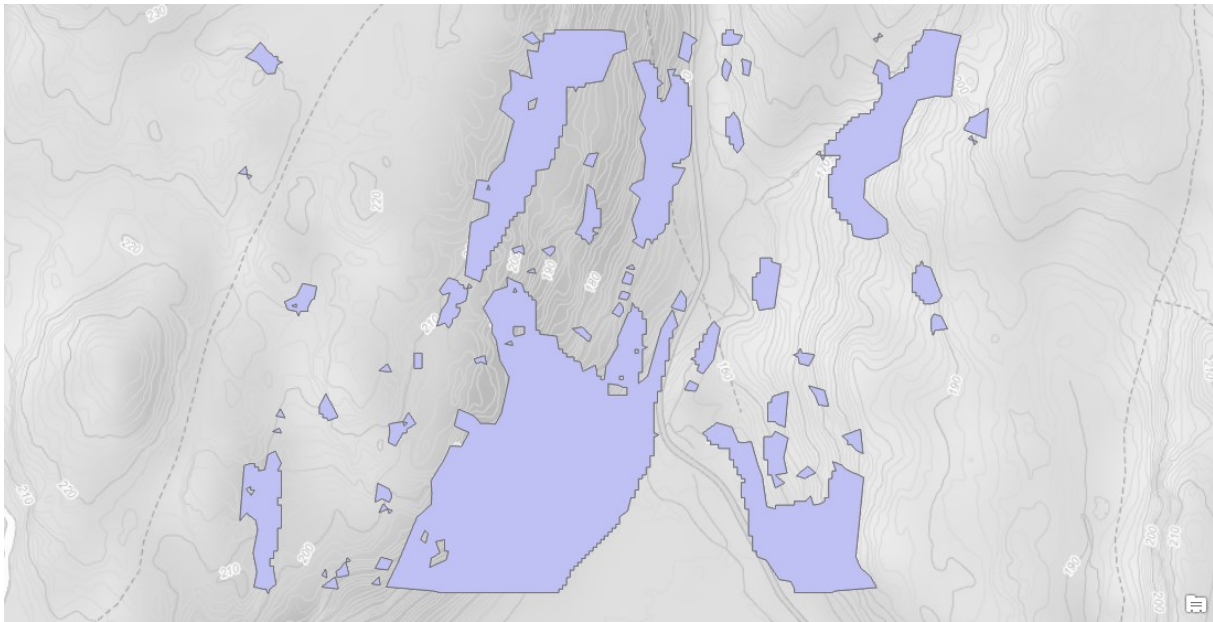


Dissolve:

- Input: aktsomhet_polygon
- Output: aktsomhet_polygon_Dissolve
- Create multipart features:

The screenshot shows the 'Dissolve' tool dialog box in ArcGIS. The 'Parameters' tab is active. The 'Input Features' field contains 'aktsomhet_polygon'. The 'Output Feature Class' field contains 'aktsomhet_polygon_Dissolve'. The 'Dissolve_Field(s)' field is empty. The 'Statistics Field(s)' section has a 'Field' field and a 'Statistic Type' dropdown menu, both empty. At the bottom, there are two checkboxes: 'Create multipart features' (unchecked) and 'Unsplit lines' (unchecked). An 'OK' button is located at the bottom right.

(«Create multipart features» skal ikke være huket av)



2.2 Buffer

Hele aktsomhetspolygonet blir bufret med (terrengmodellens oppløsning)*2 med «Buffer»-verktøyet:

Buffer:

- Input: aktsomhet_polygon_Dissolve
- Output: aktsomhetsomrader_ferdigprodusert
- Distance: 4 Meters
- Dissolve Type: Dissolve all output features into a single feature

Buffer

Parameters | Environments

Input Features
aktsomhet_polygon_Dissolve

Output Feature Class
aktsomhetsomrader_ferdigprodusert

Distance [value or field] 4 Linear Unit
Meters

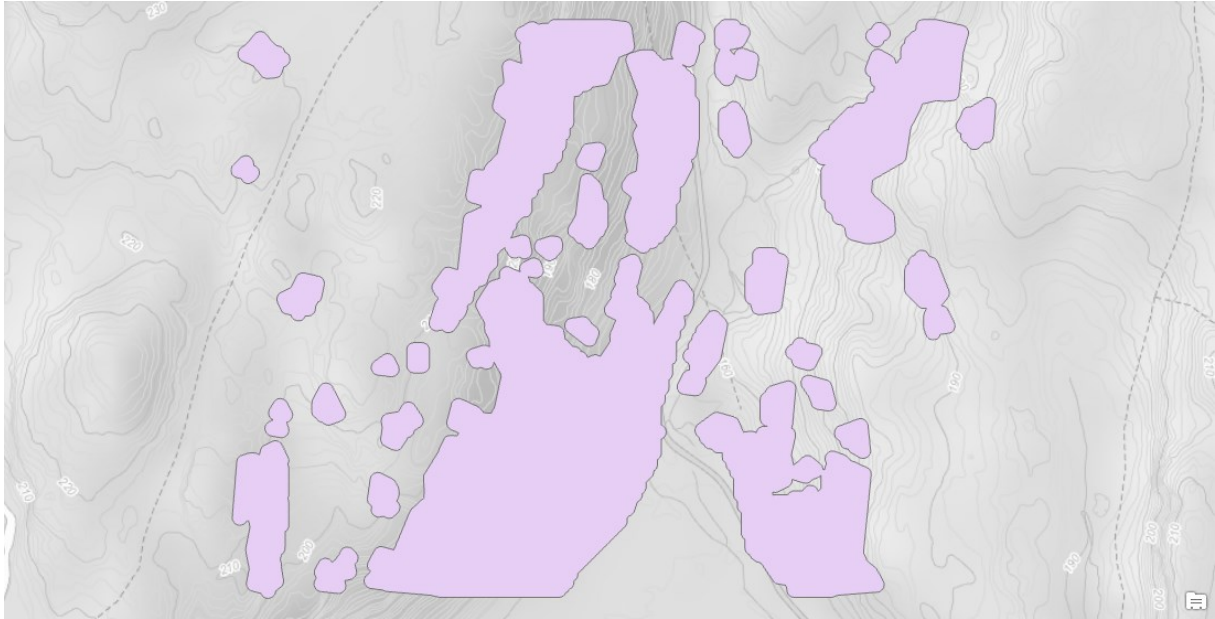
Side Type
Full

End Type
Round

Method
Planar

Dissolve Type
Dissolve all output features into a single feature

OK



De polygonene man nå sitter igjen med er de produserte aktsomhetsområdene for steinsprang, ved bruk av terrengmodell med GSD på 2 meter.

Kilder

Bakkehøi, S., Domaas, U. og Lied, K. (1983) «Calculation of Snow Avalanche Runout Distance», *Annals of Glaciology*. Cambridge University Press, 4, s. 24–29. doi: 10.3189/S0260305500005188.

Derron, M. H., Stalsberg, K. og Sletten, K. (2016) *Method for susceptibility mapping of rock falls in Norway, Technical report [Upublisert manuskript], NGU Rapport.*

Devoli, G. mfl. (2011) «Delrapport steinsprang, steinskred og fjellskred», *NVE Rapport*, (15/2011), s. 1–120.

Heim, A. (1932) «Bergsturz und Menschenleben», *Naturforschenden Gesellschaft in Zürich*, (20), s. 108–154. doi: 10.5169/seals-9840.

Lied, K. og Bakkehøi, S. (1980) «Empirical Calculations of Snow–Avalanche Run–out Distance Based on Topographic Parameters», *Journal of Glaciology*. Cambridge University Press, 26(94), s. 165–177. doi: 10.3189/S0022143000010704.

NVE (2011a) «Flaum- og skredfare i arealplanar», *NVE Retningslinjer*, (2/2011), s. 1–40.

NVE (2011b) «Plan for skredfarekartlegging», *NVE Rapport*, (14/2011), s. 1–90.