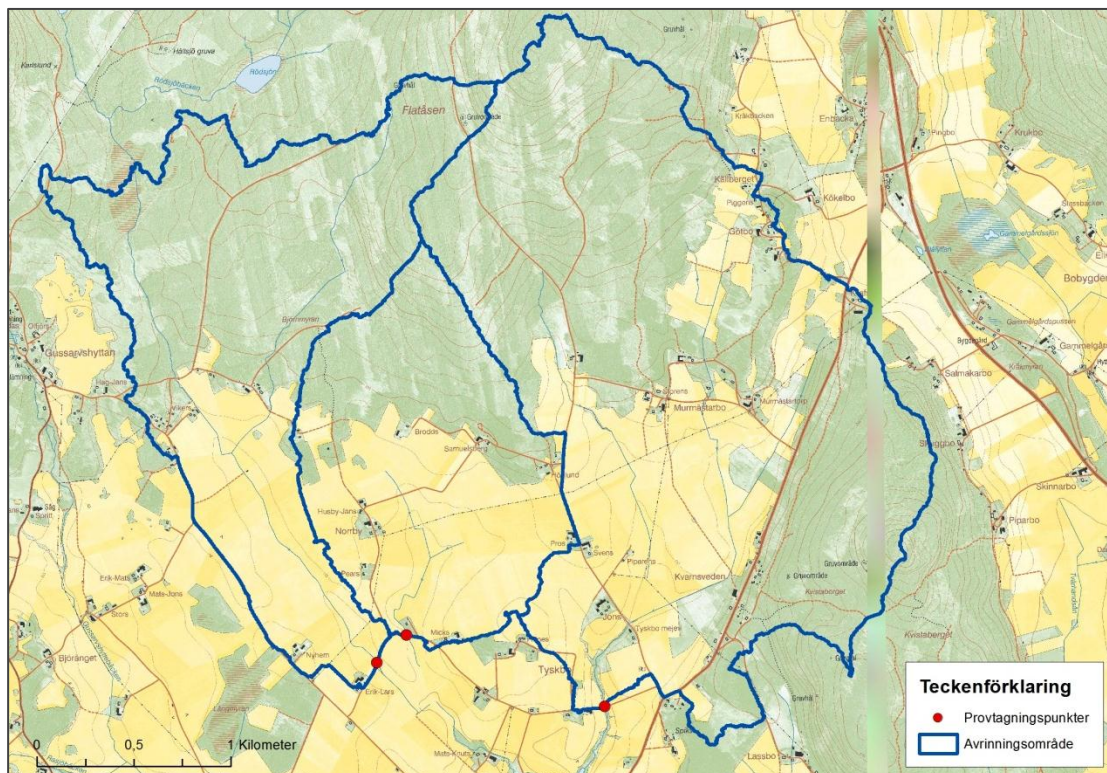


En metodbeskrivning för beräkning av avrinningsområden utifrån Nya nationella höjdmodellen i ArcMap



Miljöenheten
Malin Spännar

Version 2012-10-29

Sammanfattning

Detta dokument beskriver ett arbetssätt för att ta fram avrinningsområden med utgångspunkt från Lantmäteriets Nya nationella höjdmodell (NNH), Lantmäteriets fastighetskarta och programmet ArcMap. ArcMap 10.1 har använts till de beräkningar som görs i detta PM men de verktyg som krävs för beräkningarna finns även i tidigare versioner av programmet.

Samtliga kartbilder i dokumentet visar delresultat från beräkning av avrinningsområden för tre provtagningspunkter från Dalarnas regionala miljöövervakningsprogram av jordbruksmark. Dessa punkter ligger i närheten av Stora Skedvi i Sätters kommun.

Efter att Länsstyrelsen fått tillgång till den Nya nationella höjdmodellen finns det goda möjligheter att göra noggranna uppskattningar av gränser för avrinningsområden där upplösningen och noggrannheten i den gamla höjddatabasen inte räckt till. Att göra beräkningar av avrinningsområden utifrån dessa data går relativt enkelt, även för mindre områden i ett flackt landskap. På Länsstyrelsen Dalarna används de beräknade avrinningsområdesgränserna bland annat som indata i källfördelningsmodellering i jordbruksområden, för att beräkna markanvändningen till provtagningspunkter inom miljöövervakning av skogs- och jordbruksmark och inom arbetet med anläggning och restaurering av våtmarker. Denna hantering av avrinningsområden är relativt ny och det går att se fler användningsområden till exempel inom ärendehantering av vattenverksamhet, provning och tillsyn.

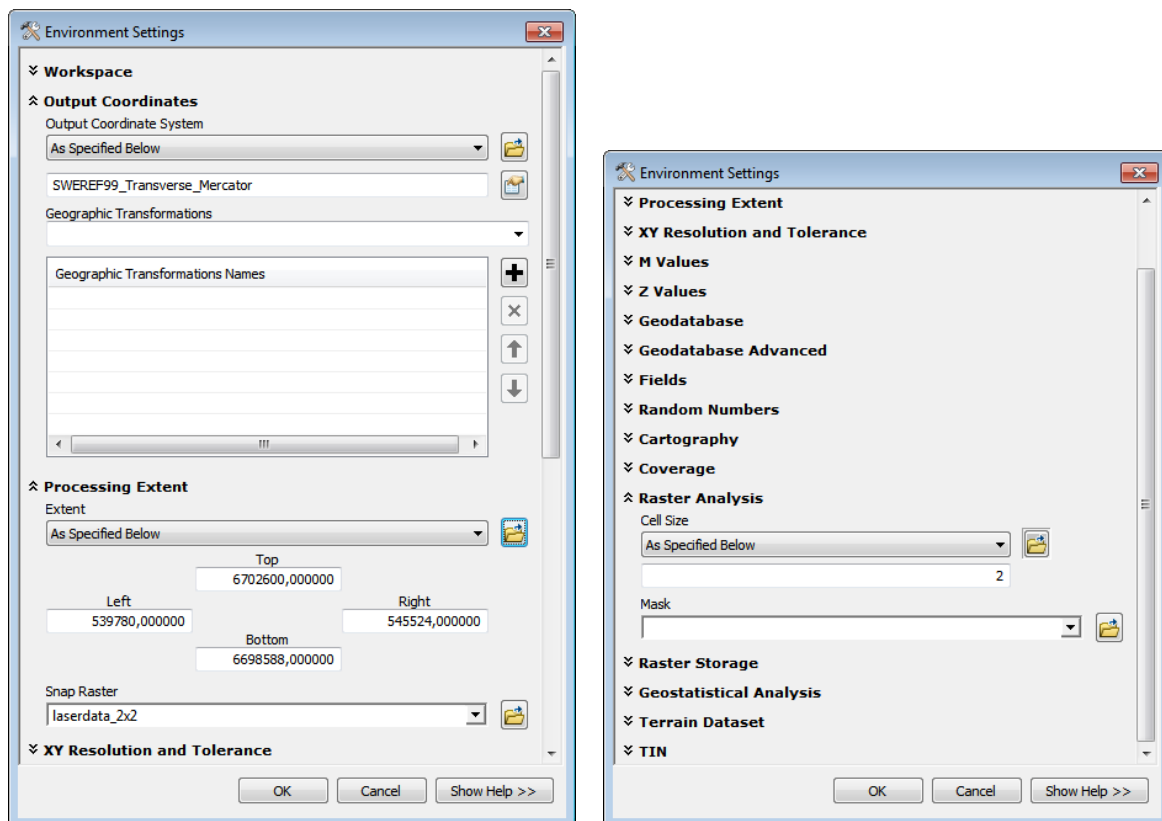
Metoden går ut på att skapa en hydrologisk modell för ytavrinning i landskapet och utförs via en rad verktyg i ArcMap. Erfarenheter har visat att det ofta är nödvändigt att "bränna ner" vattendrag i höjddata för att modellen ska fungera korrekt. Om detta inte görs avbryter ofta vägar och andra artificiella objekt vattnets naturliga väg. Efter att en hydrologisk höjdmodell för ytavrinning skapats kan avrinningsområden beräknas för specifika punkter. Den största delen av de verktyg som används finns i Spatial Analyst Toolbox. För att tydliggöra arbetsflödet visas flödesscheman från Model Builder.

Kommentarer till metoden samt förslag till förbättringar tas tacksamt emot via e-post: malin.spannar@lansstyrelsen.se

Övergripande inställningar och sökvägar till verktyg

För att få modelleringen att flyta smidigt är det viktigt att definiera övergripande inställningar som gäller för alla de verktyg som används vid beräkningarna. Dessa inställningar nås till exempel genom att högerklicka på Arc Toolbox i katalogträdet för alla verktyg och välja Environments.

Förutom grundläggande inställningar så som Workspace och Output Coordinate System är det bra att under Output Coordinates ange Processing extent som ett så litet geografiskt område som möjligt där analysen ska ske för att minska risken för att analyserna tar onödigt mycket tid och processorkraft. Även Snap Raster är en viktig parameter. Genom att ange det rasterskikt som analyserna baseras på (NNH-grid 2x2 m som på Dalarnas server kallas laserdata 2x2) så kommer alla följande rasterskikt att exakt överlappa detta skikt. Under Raster Analysis anges att Cell size är densamma som för NNH, det vill säga 2 m. Figur 1 visar hur inställningarna gjorts för de beräkningar som utförs i detta PM.



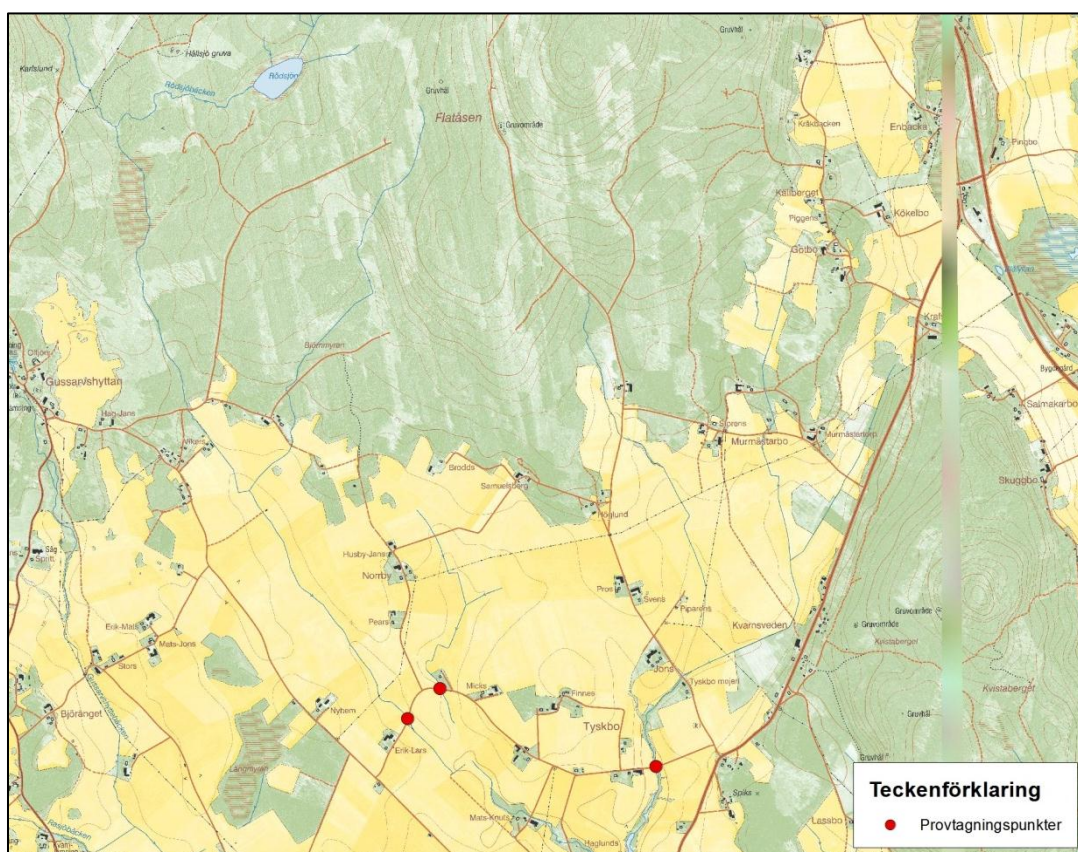
Figur 1. Environmental settings för de GIS-analyser som gjorts i detta PM.

Ett flertal olika verktyg ur ArcToolbox används vid beräkningarna av avrinningsområden. I tabell 1 finns en sammanställning samt sökvägar till verktygen.

Tabell 1. Sökvägar till de verktyg som använts i detta PM för beräkning av avrinningsområde.

Verktygets namn	Sökväg
Feature to raster	Conversion Tools/To Raster/Feature to Raster
Fill	Spatial Analys Tools/Hydrology/Fill
Flow Accumulation	Spatial Analys Tools/Hydrology/Flow Accumulation
Flow Direction	Spatial Analys Tools/Hydrology/Flow Direction
Minus	Spatial Analys Tools/Math/Minus
Plus	Spatial Analys Tools/Math/Plus
Raster to Polygon	Conversion Tools/From Raster/Raster to Polygon
Reclassify	Spatial Analys Tools/Reclass/Reclassify
Snap Pour Point	Spatial Analys Tools/Hydrology/Snap Pour Point
Watershed	Spatial Analys Tools/Hydrology/Watershed

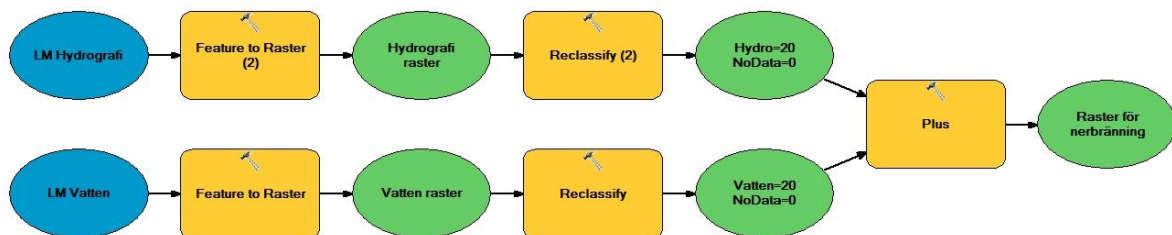
Beräkningarna i detta PM utgår från tre provtagningspunkter i Dalarnas regionala miljöövervakningsprogram av jordbruksmark. Provtagningspunkterna ligger i Tyskbo i närheten av Stora Skedvi i Sätters kommun, se figur 2.



Figur 2. Provtagningspunkter i Tyskbo i Sätters kommun.

Skapa en hydrologisk höjdmodell för ytavrinning

NNH används i form av ett raster med cellstorleken 2x2 m. De erfarenheter som gjorts i arbetet med beräkning av avrinningsområden i Dalarna har visat att det i många fall är nödvändigt att "bränna ner" vattendrag och sjöar för att få höjdmodellen att fungera korrekt ur ett hydrologiskt perspektiv. NNH ger ett höjdvärde för marknivån och tar därför till exempel inte hänsyn till hur vattnet passerar i trummor under vägar. Därför riskerar vägar och broar att fungera som vattendelare trots att vattnet i verkligheten rinner obehindrat förbi. Detta är ett problem som ger bekymmer för användning av GIS i hydrologiska sammanhang. Genom att bränna ner vattendrag och sjöar i höjdmodellen, det vill säga att sänka marknivån där det finns sjöar och vattendrag, går det att komma runt detta problem.

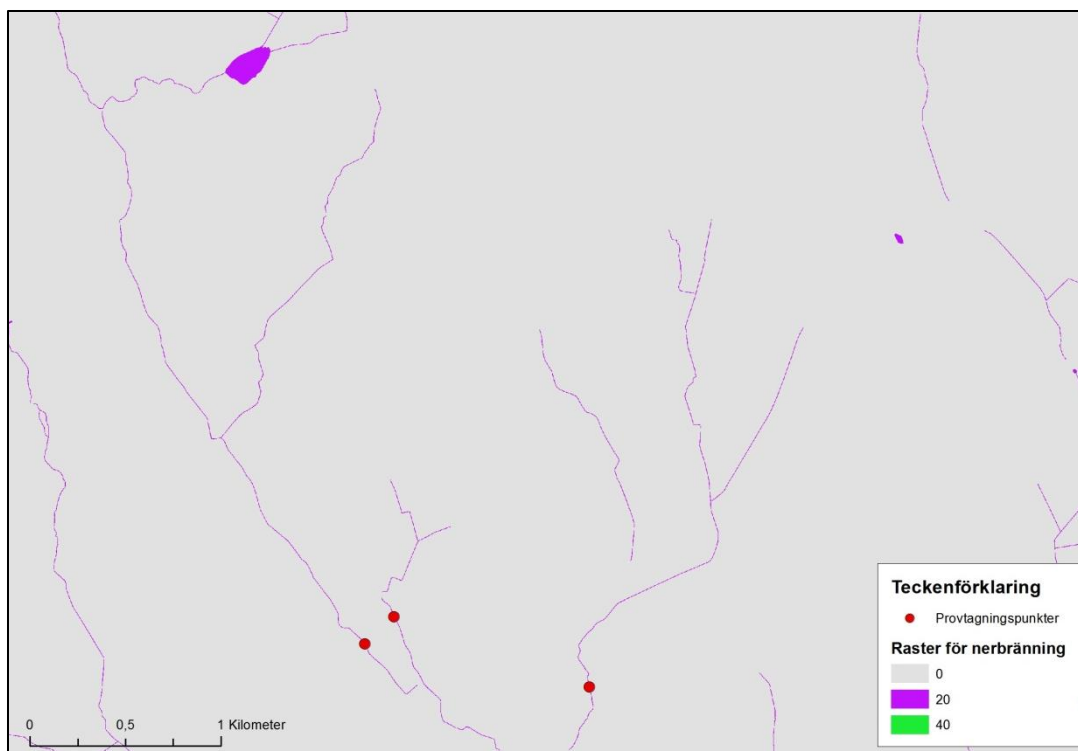


Figur 3. Arbetsflöde för att skapa ett raster av vatten och hydrografi för nerbränning i höjddata.

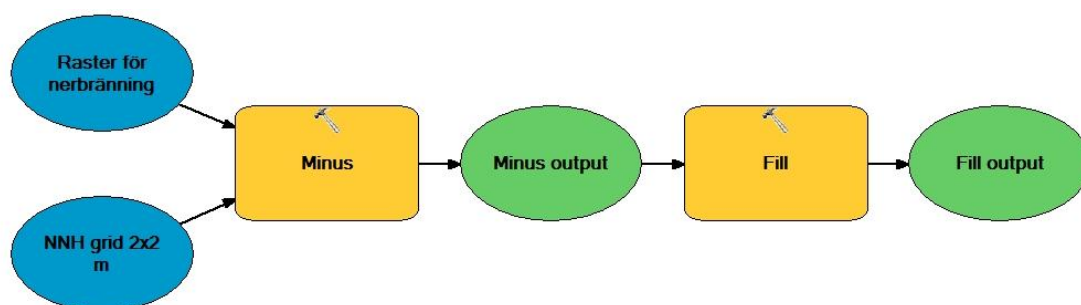
Figur 3 visar ett arbetsflöde för att skapa ett raster som används för nerbränning i höjddata. Lantmäteriets vektorskikt LM Fastighetskartan Vatten och LM Fastighetskartan Hydrografi görs om till rasterformat i det aktuella området med verktyget Feature to Raster. I verktyget fylls parametern Field i så att samtliga pixlar får så liten spridning i värde som möjligt. I exemplet ovan användes länsnumret som finns med i attributtabellen i Lantmäteriets Hydrografi- och vattenskikt. Detta görs för att nästa steg, Reclassify, ska kunna hanteras på ett smidigt sätt.

Reclassify används för att skapa ett rasterskikt där de pixlar som motsvarar vatten får ett särskilt värde som ska brännas ner i höjdmodellen. I exemplet ovan fick varje pixel som motsvarar vatten värdet 20 (m) och övriga pixlar värdet 0.

För att skapa ett rasterskikt för nedbränning används slutligen verktyget Plus som lägger ihop rasterskikten för vatten och hydrografi. Resultatet från denna beräkning syns i figur 4. Eftersom det på några ställen finns överlapp mellan Lantmäteriets skikt för vatten och hydrografi får några pixlar värdet 40.



Figur 4. Resultat från beräkningen med verktyget Plus: Raster för nedbränning. Pixlar som motsvarar vatten har fått värdet 20 eller 40. Övriga pixlar värdet 0.

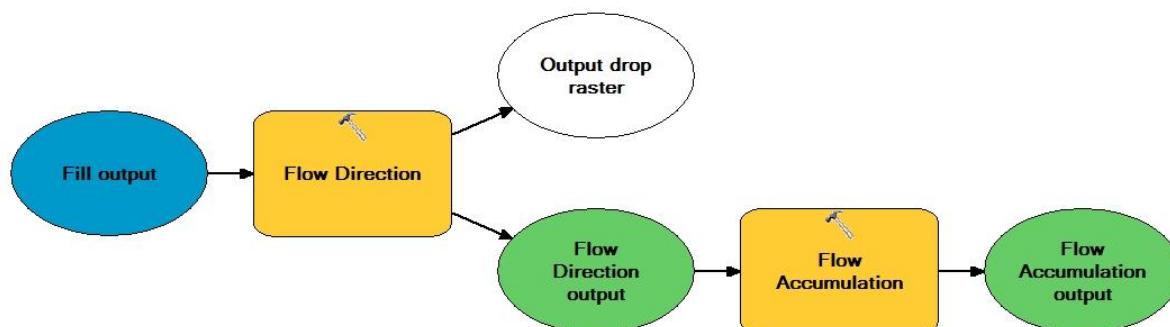


Figur 5. Arbetsflöde för skapande av ett raster med höjddata som fungerar korrekt ur ett hydrologiskt perspektiv med ytavrinning.

Genom att dra bort "raster för nedbränning" från höjdmodellen fås ett skikt där vattendrag och sjöar skär djupt genom landskapet. Detta görs med verktyget Minus, se figur 5. På detta sätt fungerar inte längre vägar och broar som vattendelare utan vatten kan passera fritt förbi. För att skapa ett skikt som fungerar korrekt ur ett hydrologiskt perspektiv med ytavrinning krävs ytterligare en beräkning som görs med verktyget Fill. Detta verktyg fungerar som om att man skulle hålla vatten över landskapet så att små ojämnheter som till exempel små sänkor fylls igen. Detta är nödvändigt eftersom det är en förutsättning för kommande steg i avrinningsområdesberäkningarna att vatten i alla lägen ska kunna rinna från en pixel till nästa.

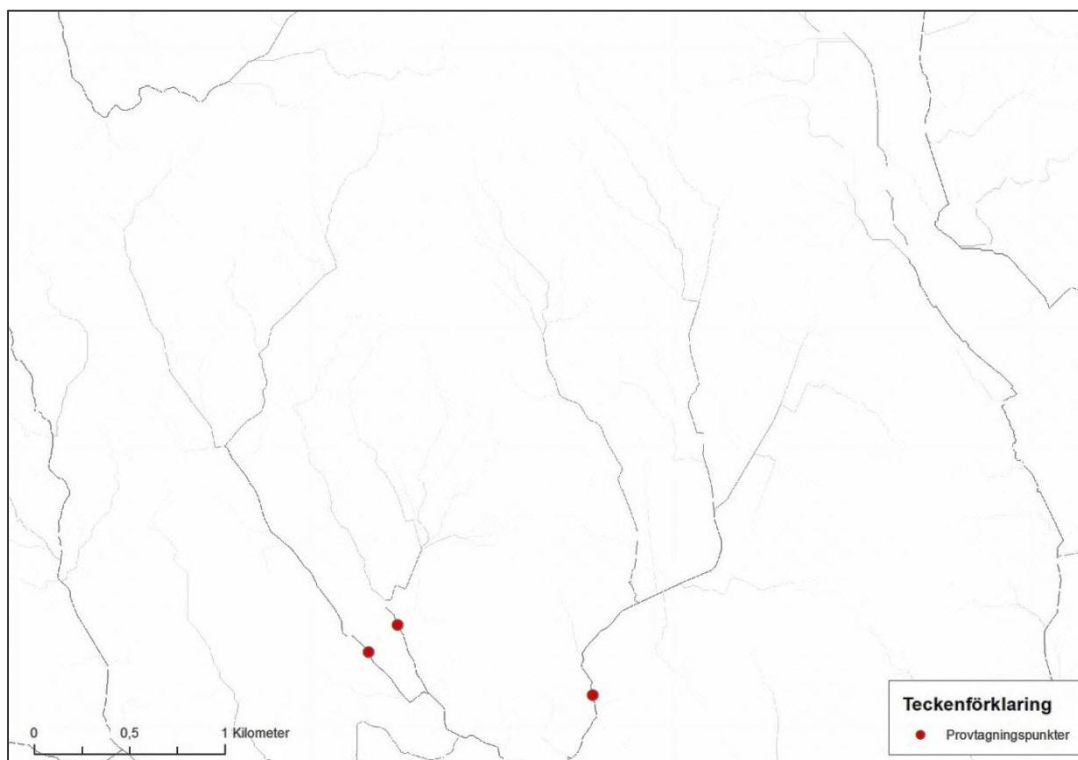
Beräkning av avrinningsområden

Utifrån en höjdmödel som fungerar hydrologiskt för ytvänning krävs det ytterligare några steg för att beräkna avrinningsområden. Ett första steg är att i ett raster beskriva åt vilket håll vatten i varje pixel rinner vidare till nästa. Detta beräknas med verktyget Flow Direction, se figur 6.



Figur 6. Arbetsflöde för att skapa ett skikt som visar var vatten ackumuleras i landskapet

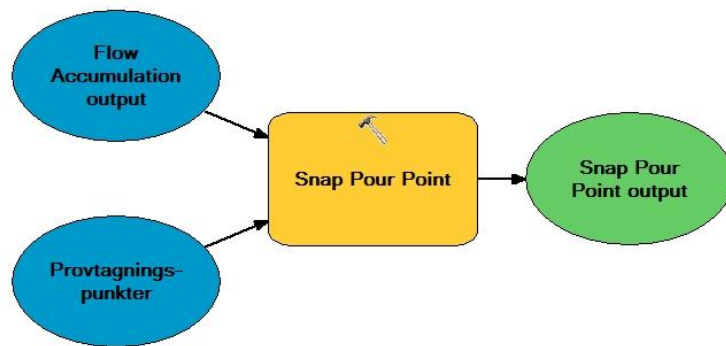
Utdata från Flow Direction kan användas direkt för beräkning av avrinningsområden med verktyget Watershed men för att få de punkter som utgör utlopp för varje avrinningsområde att ligga rätt är det praktiskt att först göra analysen Flow Accumulation (figur 6) och sedan använda verktyget Snap Pour Point för att utloppspunkterna ska hamna rätt (figur 8).



Figur 7. Bilden visar hur utdata från verktyget Flow Accumulation kan se ut i landskapet.

Utdata från Flow Accumulation visar hur vatten ansamlas i landskapet vilket åskådliggörs i figur 7. Man kan också säga att pixelns värde motsvarar avrinningsområdets storlek till just denna pixel. Ett högt värde och därmed också en mörkare färg visar att mycket avrinnande vatten ackumuleras till i denna pixel. Där tillräckligt mycket vatten ansamlas i landskapet bildas ett vattendrag men utdata från Flow Accumulation visar också hur vatten i landskapet rör sig på väg mot dessa vattendrag. Detta kan ge en fingervisning om var det kan finnas risk för ytavrinning och erosion.

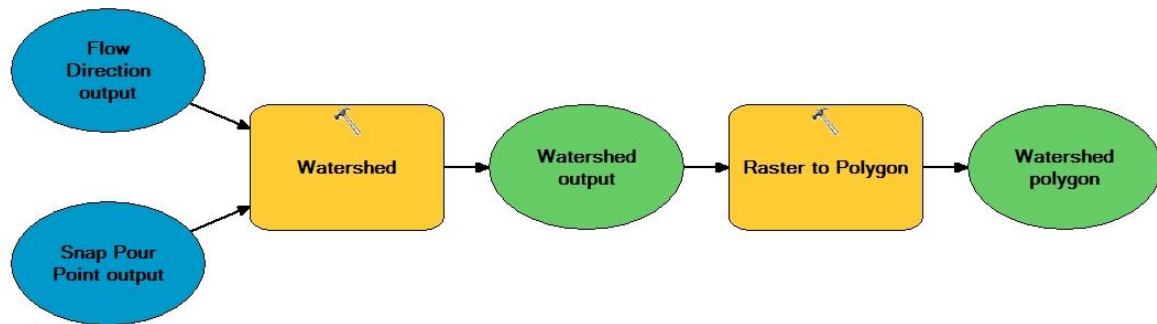
Verktyget Watershed används i ett avslutande steg för att beräkna avrinningsområden. Eftersom beräkningen görs utifrån en specifik pixel är det viktigt att denna parameter definieras rätt. Detta går att göra genom att flytta punkter (till exempel provtagningspunkter) för hand men det blir mer exakt om detta görs det med hjälp av verktyget Snap Pour Point, se figur 8.



Figur 8. Snap Pour Point är ett verktyg för att placera utloppspunkterna för avrinningsområden rätt.

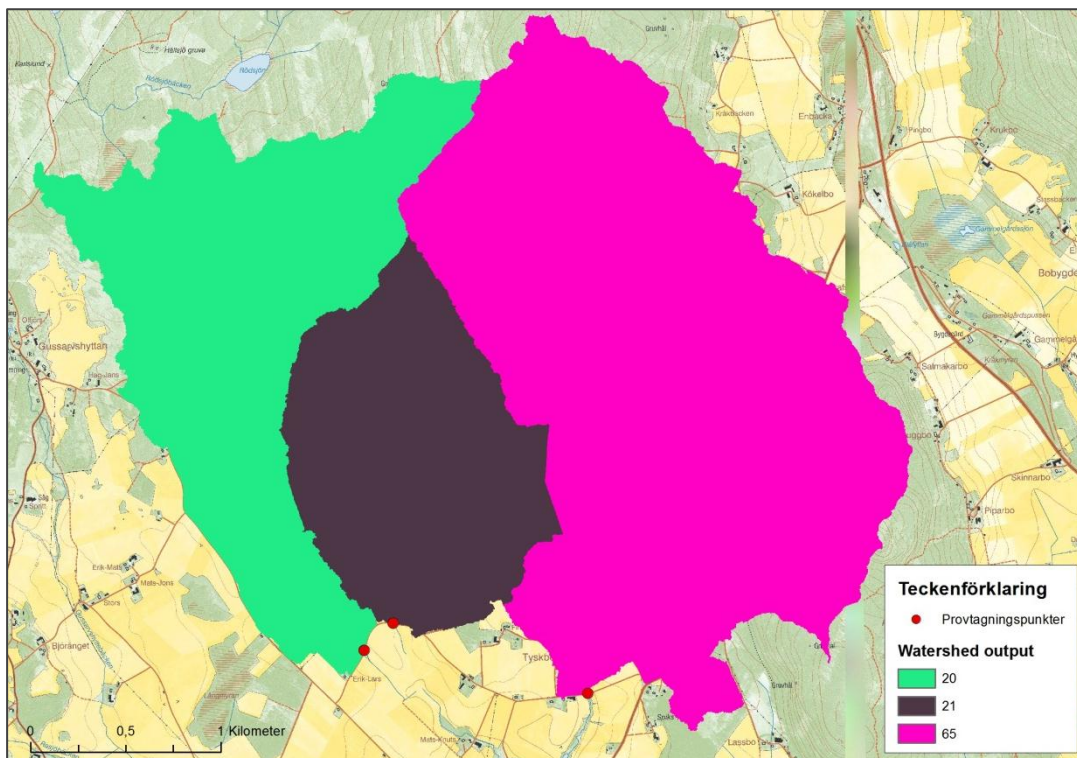
Verktyget Snap Pour Point flyttar de punkter som avrinningsområden ska beräknas för till den pixel i närheten som har det högsta värdet av ackumulerat flöde. Det avstånd som punkten tillåts flytta sig definieras genom parametern Snap Distance. För att kunna använda en så kort Snap Distance som möjligt är det bra att i förväg se till att de aktuella punkterna ligger i verkliga vattendragen. Det är också praktiskt att i förväg definiera Pour Point Field i verktyget för att de genererade avrinningsområdena ska få specifika identiteter och gå att skilja från varandra.

En del handpåläggning kan krävas för att utloppspunkterna ska hamna på rätt plats men när detta är gjort kvarstår bara de sista beräkningarna för att avrinningsområdena ska vara definierade.



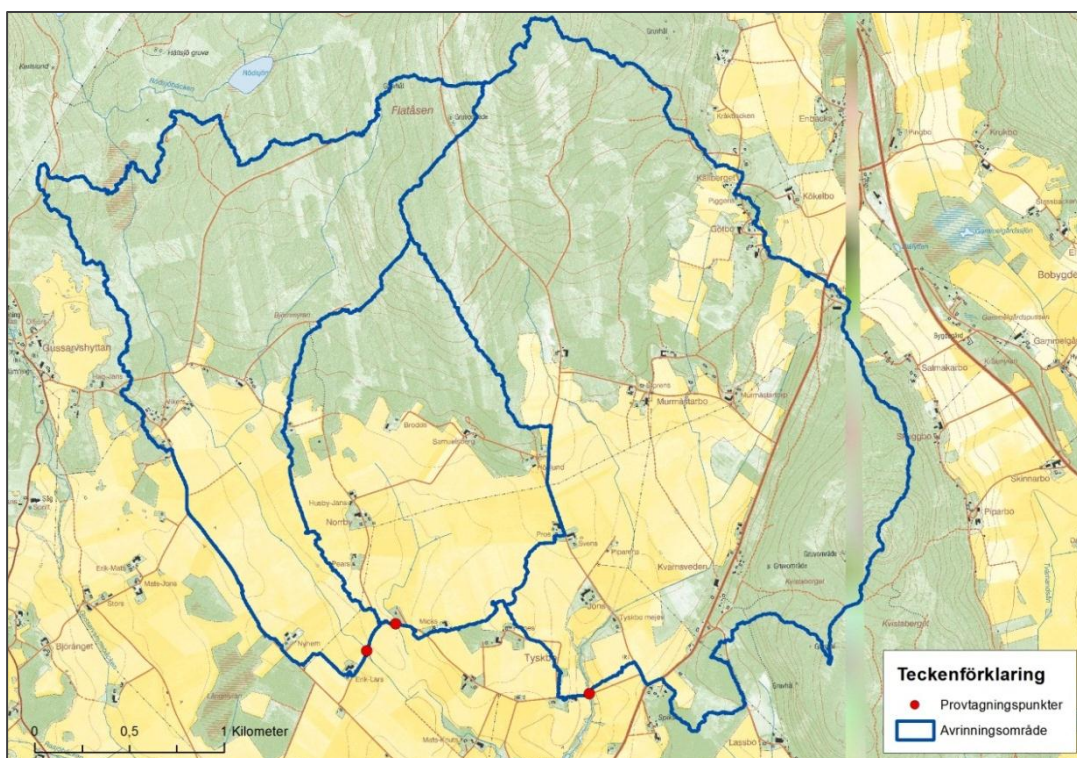
Figur 9. Arbetsflöde för att skapa avrinningsområde med hjälp av ett punktskikt och bearbetad höjddata

Figur 9 visar hur verktyget Watershed används med Flow Direction output och Snap Pour Point output som indata. Genom att konvertera Watershed output som är i rasterformat till polygonformat går det senare att göra en rad analyser av avrinningsområdet som beräknats. Watershed output kan se ut som i figur 10 nedan.



Figur 10. Utdata från verktyget Watershed till tre punkter i Sätters kommun.

När resultatet från verktyget Watershed görs om till polygoner blir resultatet som i figur 11. Det är förstås viktigt att studera de områden som skapats för att kunna avgöra om resultatet är rimligt. När avrinningsområdet definierats är det sedan möjligt att göra en lång rad analyser för området som till exempel markanvändning och vattenföring.



Figur 11. Avrinningsområden till provtagningspunkterna i form av polygoner.