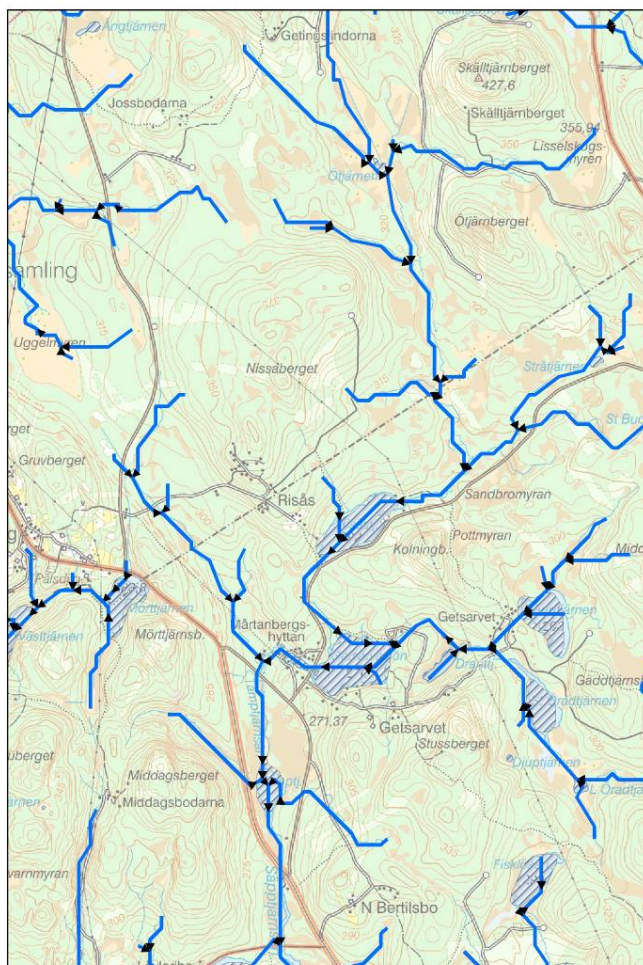


Rikstäckande virtuellt vattendrags nätverk för flödesbaserad modellering VIVAN.



Utveckling av anpassade geografiska data för hydrologiska
och vattenkemiska tillämpningar

av

Jakob Nisell, Anders Lindsjö, Johan Temnerud

Rikstäckande virtuellt nätverk av vattendrag för flödesbaserad modellering VIVAN

Utveckling av anpassade geografiska data för hydrologiska och vattenkemiska
tillämpningar

av

Jakob Nisell, Anders Lindsjö, Johan Temnerud

Institutionen Miljöanalys
SLU
Box 7050
SE 750 07 Uppsala
[www .ma.slu.se](http://www.ma.slu.se)

Omslagsbild: VIVAN vattendrag och sjöar överlagrade på terrängkartan
Copyright terrängkartan Lantmäteriverket Gävle 2008/1959

Innehållsförteckning

Förord	2
Abstract	2
Sammanfattning	3
Bakgrund	3
Material	4
Metodik	5
Översikt	5
Manipulering av höjddata	6
Flödesriktning och ackumulation	7
Bestämning av vattenföring där en ytvattenförekomst börjar.	8
Bearbetning av höjddata	9
Bearbetning av det vektoriserade vattendragsnätverket	10
Framtagning av sjöpolygoner från Vägkartan och Översiktskartan	10
Beskrivning av data	11
Rasterdata	11
Vektordata	12
Diskussion	15
Kommentar om variationen i tröskelvärden för avrinning	15
Kända problem och lösningar	15
Användningsområden och arbetssätt	16
Arbetssätt vid avgränsning av avrinningsområden	16
Arbetssätt för att uppskatta koncentration kalk från kalkning i sjöar och vattendrag.	17
Övriga tillämpningar	18
Ordlista	18

Förord

Denna rapport utgör redovisning av ett arbete som pågått under en längre tid med att ta fram ett virtuellt nätverk av Sveriges vattendrag samt övriga datamängder för hydrologiska tillämpningar. Datamängden har givits akronymen ViVaN (Virtuellt VattendragsNätverk). Rapporten utgör underlag till de databaser som projektet genererat. Datamängderna har framförallt producerats för de behov som funnits på institutionen för att bestämma avrinningsområden och förhållande mellan stationer, vatteförekomster och påverkan på dessa. Förhoppningsvis kan materialet nu kunna få en större användarkrets och användningsområde. Projektet har finansierats av Naturvårdsverket enligt överenskommelser; 501 0517, 501 0521 och avdelningsprotokoll Nr N-31/06. Arbetet har letts av Jens Fölster, Anders Lindsjö har gjort största delen av de manuella korrigeringarna och kvalitetskontrollen.

Abstract

There are numbers of applications in water assessment that should benefit of a hydrological dataset describing the path of the water in the nature, however most data on hydrography is made for the purpose of making maps. The map hydrography serves the purpose to find

where there is water in the terrain but does not give any information on the flowdirection, downstream and upstream features. The work described in this article is focused on building a object oriented database containing water bodies, watersheds and their topological relations. The focus has not been to create a geometrically correct dataset but to make a dataset that can be used for hydrological modeling on a larger scale. The resulting datasets contains raster data on flow accumulation, flow direction as well as vector data on river reaches, lakes and contributing areas on a national scale. The dataset was used to calculate the concentration of calcium from liming in lakes and upstream wetlands. The dataset has also been used for delineation of watersheds and to track identify downstream lakes.

Sammanfattning

Att bedöma omfattningen av olika ämnens påverkan på Sveriges vattendrag och sjöar kräver tillgång till ett GIS material med en rad egenskaper. Ett krav som ställs för att kunna följa ett ämnes hela väg, från mark till havet, är att man har ett sammanhållet och flödesriktigt nätverk av sjöar och vattendrag. Varje ämne, vare sig den tillförs i en sjö, rinnande vatten eller på våtmark, måste kunna följas nedströms i vattensystemet. Avrinningsområdet och flödet i en godtycklig plats måste kunna beräknas. En koppling mellan sjöar, rinnsträckor och avrinningsområden måste också finnas. Något sådant rikstäckande material finns inte idag men är på gång i en relativt grov skala. I slutet av 2005 påbörjades ett arbete med att ta fram ett GIS material med utgångspunkt i höjddata. Lantmäteriets höjddatabas kombinerades med hydrografisk information från väggkartan (1:100 000), SMHI:s delavrinningsområdesgränser samt medelavrinningen för lågvattenflödessäsong. Resultatet består i ett antal GIS skikt med modellerade flödesriktningar, medelflöden, avrinningsområden, rinnsträckor och sjöar. Materialet har använts dels för att bestämma mängden tillförd kalk i sjöar som provtagits inom riksinventeringen. Dessutom har en bedömning av längden påverkade vattendrag initierats. Tyvärr är data från kalkningsverksamheten i vissa fall ofullständig och osäker vilket gör att man i många områden måste invänta bättre underlagsmaterial. GIS materialet kan användas till en rad andra tillämpningar inom hydrologi och vattenrelaterad miljöanalys för storskaliga bedömningar. Analys av enskilda objekt kräver ett visst mått av manuell övervakning och korrigering. Avgränsning av avrinningsområden med hjälp av materialet är acceptabel i ca 90% av fallen. I resterande 10% av fallen måste en manuell korrigering göras.

Bakgrund

Inom många miljötillämpningar krävs data som beskriver hur vattenförekomster och omgivande avrinningsområden hänger ihop i ett nätverk. Detta är förutsättningen för att kunna beskriva hur påverkan på sjöar och vattendrag sker. Idag finns en standard för hur geografisk information om ytvattensystem skall hanteras, utbytas och beskrivas. Standarden har tagits fram inom projektområdet STANLI inom SIS (Swedish Standards Institute). Någon geografiskt databas med hydrografi har ännu inte tagits fram enligt standarden men ett sådan kommer i framtiden att underlätta både datautbyte och analyser. I detta projekt har vi använt befintliga data i kombination med data framtagna ur höjddatabasen. I ett av delmålen inom Miljömålet "Bara naturlig försurning" står att "2010 skall... ..högst 15% av sträckan rinnande vatten vara drabbade av försurning...". Det har visat sig att den delen av delmålet har varit svårt att följa upp bl a då det saknas en definition av vilka vattendrag som avses. Liksom det för sjöar finns ett register över alla sjöar över 1 ha skulle det behövas ett register över alla rinnsträckor av vattendrag ner till en viss storlek där vattendragen är sammanfogade till ett nätverk. Ett sådant register finns visserligen för översiktskartans hydrografi, men det omfattar bara större vattendrag, medan försurning främst

drabbar små vattendrag. Ett databas över vattendrag som kan användas för uppföljningen av delmålet inom Försurningsmålet skulle alltså behöva omfatta alla någorlunda permanenta vattendrag. En sådan nätverksbildad vattendragsdatabas skulle även ha stort värde även inom andra användningsområden. T ex skulle man kunna ta ut avrinningsområden för en godtycklig punkt i ett vattendrag. Man skulle också kunna uppskatta effekten av kalkning på vattenkemin inom ett avrinningsområde.

Att uppskatta längden av de vattendrag som påverkas av kalkning i Sverige kan vid en första anblick verka som en enkel uppgift som borde kunna hämtas ur data från olika provtagningsprogram. Men funderar man på vilka bakgrundsdata som behövs och vilka som finns tillgängliga visar det sig att uppgiften inte är så trivial. För att kunna göra en sådan studie behövs data som beskriver hur olika vattenförekomster hänger ihop och hur den kalkdos som tillsätts späds ut.

Geografisk information om ytvattensystem och dess tillrinningsområden är inte framtagna med de funktionella krav som sådana studier kräver, i de flesta fall är data framställt utifrån kartpresentations aspekter och saknar både geometriska och logiska kopplingar mellan objekten.

För att kunna följa kalkens väg behövs ett datamaterial där man vid varje plats kan uppskatta vattenflöde och tillrinningsområdets storlek. Vår strävan har därför varit att bygga ett geografiskt material som kan tillgodose dessa krav.

Institutionen för miljöanalys vid SLU har till uppgift att övervaka och analysera status för svenska sjöar och vattendrag. Inom detta uppdrag har studier gjorts för att uppskatta effekten av kalkning. Kalkningens effekter berör inte enbart de objekt som är mål för verksamheten utan även sjöar och vattendrag nedströms.

Mängden geografiska data som kan användas för hydrologiska tillämpningar i Sverige är begränsade. SMHI har tagit fram ett hydrologiskt riktigt flödesnätverk för hela Sverige baserat på översiktskartan skala 1:250 000 detta skikt finns numera inkluderat i SVAR(Svenskt Vattenarkiv). Till detta nätverk har ca hälften av sjöarna i sjöregistret kopplats. Delavrinningsområden finns för större sjöar, tillflödesplatser etc. Materialet är för grovt för att kunna göra bedömningar rörande utspädning. Mycket av kalkningsverksamheten görs i små vattendrag och sjöar som inte finns med i översiktskartan. De små vattenförekomsterna är också de som är mest påverkade av försurning. Hydrografiskt material från kartdatabaser såsom terrängkartan saknar flödesriktningar och är inte heller sammankopplat vilket gör att det inte går att följa vattnets och ämnens transport.

Material

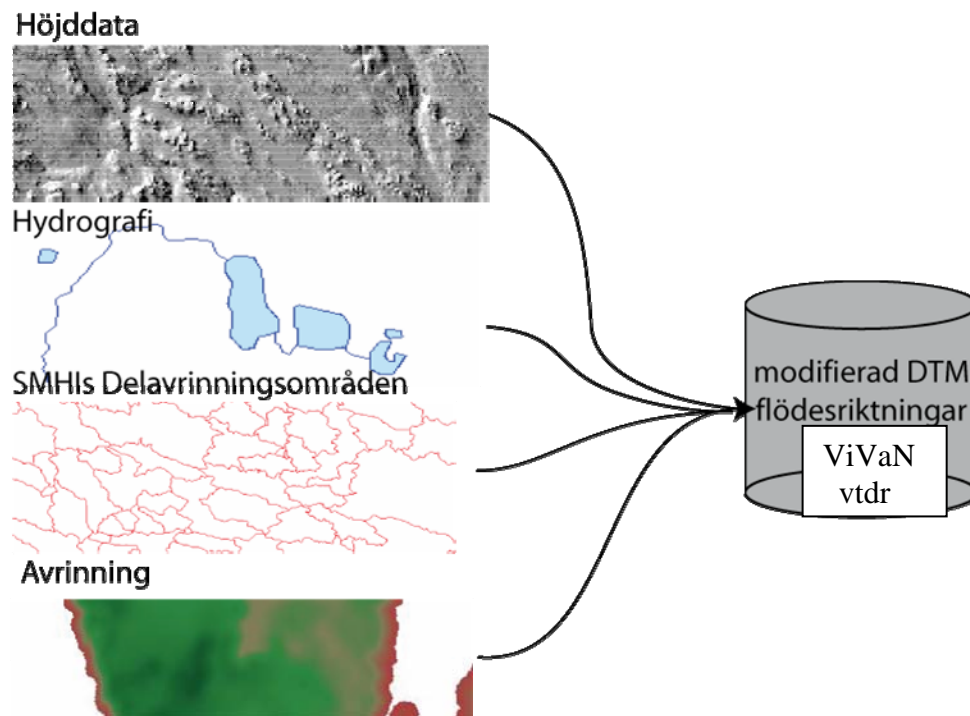
Vi har valt att upprätta hydrografen utifrån de vattenförekomster som finns representerade i vägkartan kartdata som används för kartskalan 1:100 000. De vattendrag som återfinns i vägkartans hydrografi antas ha vatten i sig året runt. Hydrografen motsvarar terrängkartans hydrografi. Eftersom vägkartan saknar nätverk har vi valt att ta fram ett kartskikt utifrån höjddata med liknade omfattning som vägkartans.

Följande krav ställde vi på materialet

- sammanhängande nätverk som beskriver vattnets väg
- varje förekomst i nätverket skall ha samma riktning som flödet
- varje plats i Sverige skall ha en riktningangivelse som anger vattenflödet i eller mot ett vattendrag.
- varje plats i Sverige skall ha en angivelse som anger mängden vatten (l/s) som ackumuleras.
- Det skall finnas möjlighet att identifiera sjöar och vattendrag som påverkas

De material som togs fram för att tillgodose kraven bestod i

- en höjddata som gjorts hydrologiskt korrekt eller i varje fall förbättrad
- ett skikt med beräknad ackumulerad uppströms area
- ett skikt med beräknade årsmedelflöden.
- ett geografiskt skikt med framräknade rinnsträckor utifrån ackumulerade vattenflöden
- ett skikt med sjöar utgående från översiktskartan modifierad av SMHI samt kompletterad med sjöar i vägkartan där varje sjöpolygon identifierats med identiteten i SVAR. Totalt ingår nu knappt 300 000 sjöar.
- Ett skikt med delavrinningsområden för varje rinnsträcka och sjö.



Figur 1 Ingående grunddata samt resultat i form av Modifierad höjddata DTM och Virtuellt vattendragsnätverk, ViVaN

Följande material har använts som utgångspunkt

- Digital Terräng Modell, DTM från Höjddatabasen (Lantmäteriet 1998)
- Hydrografi från Vägkartan (Lantmäteriet 1998, blå kartan)
- SMHIs delavrinningsområdesindelning (SMHI version från år 2000)

Metodik

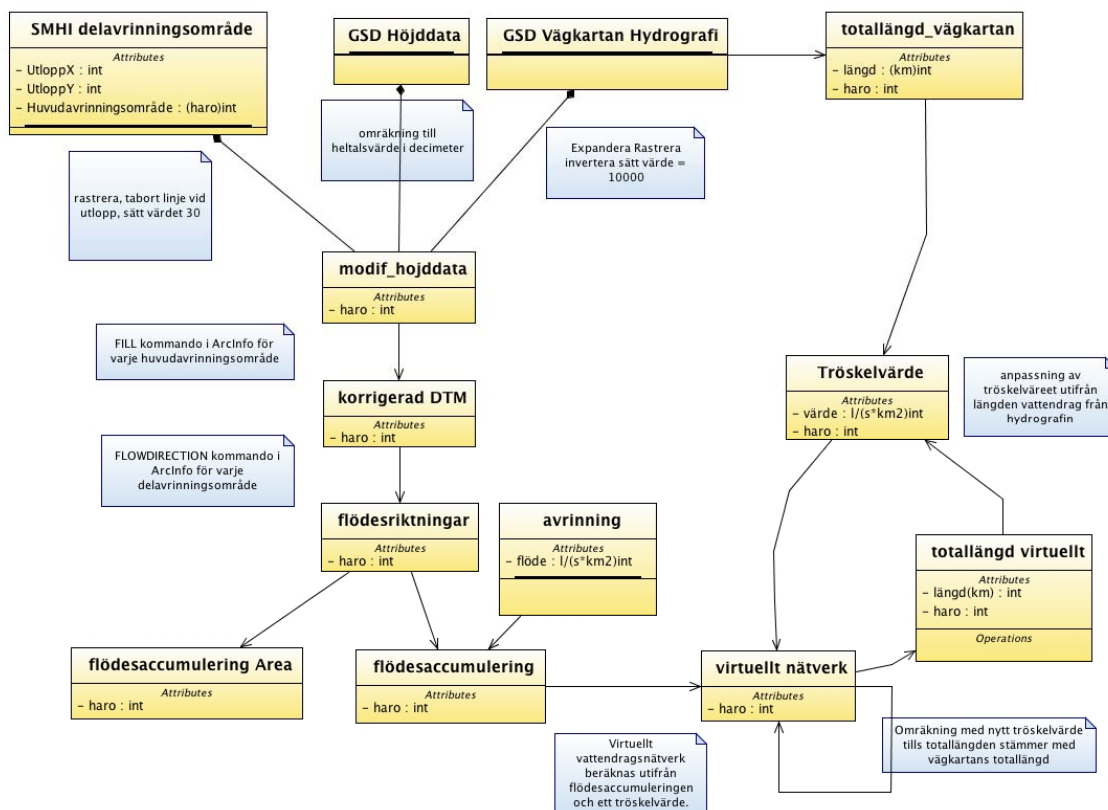
Översikt

För att skapa en höjddatabas som ansluter till befintlig hydrografi och av SMHI framtagna vattendelare har höjddata manipulerats med hjälp av ett rasteriserat hydrografiskt skikt från vägkartan. Höjdvärden i Höjddatabasen har ökat utom där vatten finns i kartdata. Vidare har värdet ökat ytterligare där SMHIs delavrinningsområdesvattendelare finns. Utifrån detta har ett virtuellt vattendragsnätverk skapats genom att ansätta den gräns för vattenflödet som ger upphov till en ytvattenförekomst. Nätverket har kontrollerats och manuellt redigerats med avseende på riktning och konnektivitet med hjälp av rutiner i ArcInfo tills alla segment i nätverket hängt ihop. Resulterande nätverk har använts som ny indata för hydrografi och använts för att manipulera höjddata enligt proceduren ovan. Proceduren har upprepats.

Gränsen för flödet bestäms utifrån jämförelse mellan längden vattendrag i vägkartan och den virtuella hydrografen. För varje huvudavrinningsområde har ett värde på flödet itererats fram tills längden vattendrag i vägkartan och de framtagna vattendragen varit minimal.

Tröskelvärde för flödet har satts lika inom varje huvudavrinningsområde men skiljer sig mycket mellan huvudavrinningsområden. Arbetsgången och de olika datakällorna har beskrivits översiktligt i figur 2.

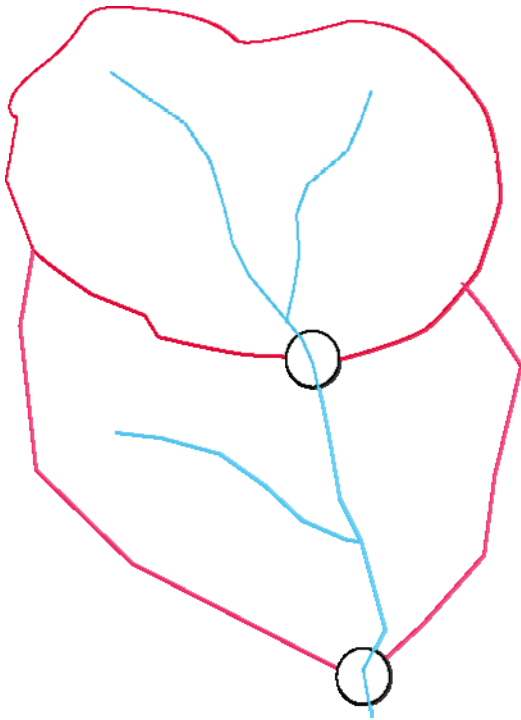
Resultatet är ett material bestående av ett hydrologiskt mera korrekt raster som visar flödesriktningar i varje 50*50 meters cell, virtuella rinnsträckor, sjöar som enskilda objekt utifrån SMHIs Sjöregister, översiktskartan och vägkartan samt kopplingar mellan sjöar och de virtuella rinnsträckorna.



Figur 2 Översikt över de olika data och beräkningssteg som utförs för att generera ett vattendragsnätverk

Manipulering av höjddata

Höjddata från Lantmäteriet användes tillsammans med kartdata från vägkartan (1:100 000) för att skapa en modifierad höjddatamodell, figur 4 c. Kartdata med sjöar och vattendrag rasteriserades, sjöar utvidgades med en pixel (50m) för att kompensera för geometrisk avvikelse mellan sjöpolygonen och höjddata. Detta raster inverterades för att utgöra en mask för områden som inte är sjö eller vattendrag. Denna mask användes för att höja marknivån runt vattnet med 10 000 meter. På så sätt tvingas vattnet att följa kartans hydrografi där sådan finns.



Figur 3 Höjddata manipulerades med vägkartans hydrografi, SMHI:s delavrinningsområderegister och i en 100m zon kring delavrinningsområdenas utlopp.

Delavrinningsområdesgränser höjdes ytterligare 30 meter så att dessa fungera som vattendelare i höjddata, denna höjning berör inte delavrinningsområdenas utlopp och inlopp eftersom dessa platser inte fungerar som vattendelare utan snarare som vattenutbytesplatser där vatten utbyts mellan delavrinningsområden. Detta undantag gäller även inom en radie på 100 meter från dessa in och utlopp som visas i figur 3 ovan, anledningen är att kunna fånga upp felaktigheter som beror på den bristande precisionen i underlagsmaterialet

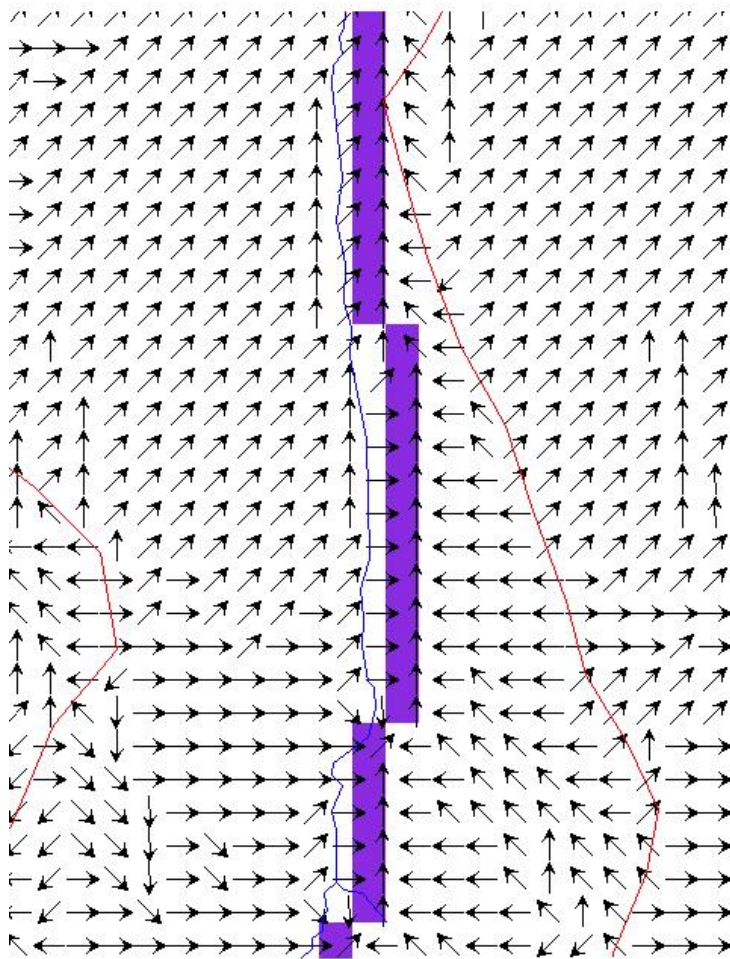


Figur 4 Hydrografi och SMHI:s vattendelare har använts för att modifiera höjddata

Flödesriktning och ackumulation

Utifrån modifierade höjddata har ett flödesriktningsskikt skapats. Varje rastercell anger riktningen för hur terrängen lutar och kan därför användas för att modellera vattnets flödesriktning. Detta raster skapades för varje huvudavrinningsområde med funktionen

FLOWDIRECTION i GIS programmet ArcInfo workstation. Detta ger ett rasterskikt med sluttningens riktning och anger den riktning som vattnet normalt tar.



Figur 5 Flödesriktningar markerade som pilar, lila linje är beräknad vattendrags sträckning, röd tunn linje är vattendelare enligt SMHI:s delavrinningsområdesregister, blå tunn linje är vattendrag enligt vägkartan 1:100 000.

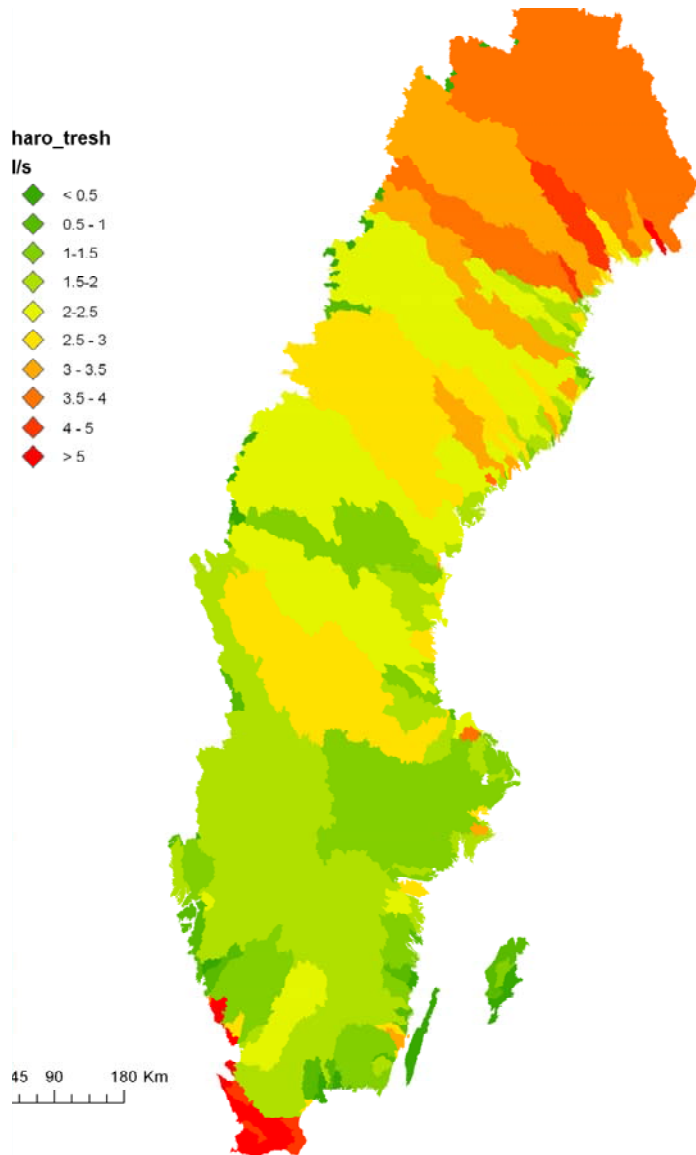
Flödesriktningarna användes tillsammans med data om medelavrinningen för att bestämma flödesackumuleringen i varje enskild cell. Medelavrinningen för den säsong som har det lägst flödet har använts. Det resulterande rasterskiktet anger ackumulerad avrinning från uppströms celler i enheten l/s. Ett tröskel värde på 0,25 l/s sattes initialt för de flöde som antas generera ett vattendrag av tillräcklig storlek för att finnas med i vägkartans hydrografi. Tröskelvärdet har använt för att skapa en rasterrepresentation av de ytvatten som mottager ett större ackumulerat flöde än detta tröskelvärde.

Rasterrepresentation av vattendragsnätverket konverterades till ett vektorskikt.

Bestämning av vattenföring där en ytvattenförekomst börjar.

För att bestämma tröskelvärdet för den plats där varje vattendrag har sin källa gjordes en jämförelse mellan den totala längden av linjerna i det virtuella vattendragsnätverket och vägkartans hydrografi. Någon hänsyn till antal rinnsträckor i de olika skikten har inte gjorts,

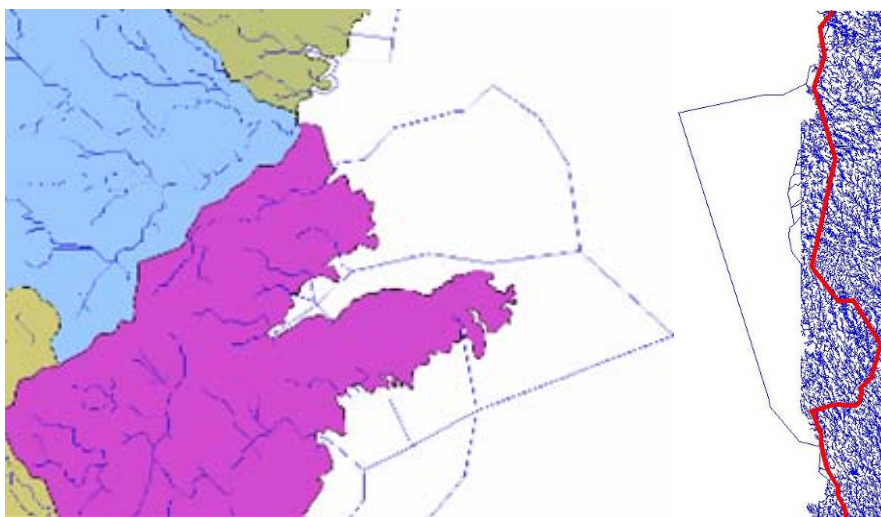
enbart längden har använts som jämförelse. De linjer som utgör vattnets väg genom sjöar har räknats bort i jämförelsen. Ett värde på ackumulerade avrinningen har testats och de resulterade längderna har jämförts. På så sätt har ett lämpligt värde bestämts genom en iterativ process.



Figur 6 Minsta flöde l/s som utgör start för virtuellt vattendragsnätverk

Bearbetning av höjddata

När alla kontroller gjorts användes de framräknade rinnsträckorna för att, ännu en gång, modifiera höjddata på samma sätt som gjordes i första steget. Den nya modifierade höjddatabasen användes åter igen för att generera flödesriktningar och ett nytt vattendragsnätverk. Vattendragsnätverket kontrollerades och rättades enligt beskrivningen nedan. Processen itererades tills inga flera fel hittades i vektordata vad gäller topologi och riktningar.



Figur 7. Exempel på sammanbindning av vattendrag i kustområden och vid nationsgränsen. De olika färgerna representerar olika huvudavrinningsområden.

Bearbetning av det vektoriserade vattendragsnätverket

De vektoriserade vattendragsnätverket (här kallad VS, Virtuella Streams) redigerades med manuella metoder. Varje utlopp i havet markerades varifrån en sökning uppströms gjordes för att kontrollera att alla linjer i nätverket satt ihop och hade riktning mot havet. Kontrollen gjordes för varje huvudavrinningsområde. De linjer som pekade bort från havet vändes och de linjer som inte hängde ihop sammanfogades med nya linjer. Uppenbara fel rättades. Varje linje som mynnar i havet har även dragits ut för att de i framtiden skall kunna kopplas till en havsbassäng. De linjer som ligger i kustområden mellan huvudavrinningsområden har kopplats ihop med linjer i havet. Områden som ligger utanför befintliga höjddata men som är hydrologiskt kopplade har knutits ihop manuellt på ett schematiskt sätt

Framtagning av sjöpolygoner från Vägkartan och Översiktskartan

SMHI har tagit fram ett GIS-skikt innehållande sjöpolygoner för svenska sjöar. I detta GIS-underlag finns ca 45 000 sjöar, dessa har en koppling till sjöregistret i SVAR. Sjöregistret innehåller ca 98 000 sjöar större än 1 ha. Alla sjöar som provtas inom miljöövervakningsprogram finns med i sjöregistret men många är för små för att ingå i GIS-underlaget. Inom detta projekt har en test gjorts för att se om data från vägkartan kan komplettera detta GIS-skikt. Alla sjöar som finns med i SMHI:s GIS-skikt har använts. Vägkartans polygonskikt i kategorin vatten innehåller både sjöar, större vattendrag och hav. Det omfattar även en betydande del polygoner mindre än 1 ha. Alla solitära polygoner i detta skikt dvs. de som inte har förbindelse med någon annan vattenpolygon har initialt betraktats som en sjö. Detta kan vara en felaktig slutsats eftersom även delar av större vattendrag är representerade med polygoner i vägkartan. Därför har vi använt polygonens form genom att polygonens perimeter har jämförts med dess yta i ett p2A mått.

$$P2A = \frac{P^2}{A \times 4\pi}$$

$P = \text{Perimeter}$

$A = \text{Area}$

När P2A hade ett värde över 20 (76 sjöar) gjordes en manuell kontroll om dessa kunde betraktas som vattendrag eller sjö. De sjöar som finns med i både översiktskartan och vägkartan har fått geometri från översiktskartan för att behålla attribut och identiteter från SMHI:s datamängd. De sjöar i sjöregistret som inte finns med i översiktskartan men har en utloppskoordinat har matchats mot vägkartans geometri.

Beskrivning av data

Allmänt.

Data finns tillgängligt för de som använderlicenser för lantmäteriets höjddata och vägkartan. Yttäckningen är nationell. Skikten är sammansatta för att täcka hela Sverige. Det finns dock möjlighet att tillgå sikt uppdelade på huvudavrinningsområden.

I version 1.0 saknas ett delavrinningsområden i Uppland samt några områden längs gränsen till Finland i norr där det inte fanns höjddata då rasterskikten togs fram.

Rasterdata

Modifierad höjddatamodell

Namn: **mod_dtm**

Yttäckning: Nationellt

Cellstorlek: 50*50 m

Beskrivning:

Modifierad höjddatabas, rasterskiktet är modifierad med hydrografi från vägkartan samt med smhis delavrinningsområdesgränser

Enhet: dm. Värdet är inte absolutvärden eftersom allt vatten lagts på en lägre nivå än omgivningen.

Flödesriktningar

Namn: **flowdir**

Yttäckning: Nationell

Cellstorlek: 50*50m

Beskrivning:

Raster skikt som anger flödesriktning.

Enhet: enhetslös.

Värde	riktning
1	v
2	sv
4	s
8	so
16	o
32	no
64	n
128	nv

Flödesaccumulering l/s

Namn: **flow_lps**

Yttäckning: Nationellt

Cellstorlek: 50*50 m

Beskrivning:

Värden: visar mängden vatten som rinner till cellen vid medelvattenföring baserat på medelavrinningen åren 1961-90 enligt SMHI

Enhet: l/s

Uppströms celler

Namn: **upstr_cell**

Yttäckning: Nationellt

Cellstorlek 50*50 m

Beskrivning:

Värdet anger antalet uppströmsliggande celler

Enhet: antal celler

Uppströms area

Namn: **upstr_ha**

Yttäckning: Nationellt

Cellstorlek: 50*50 m

Beskrivning:

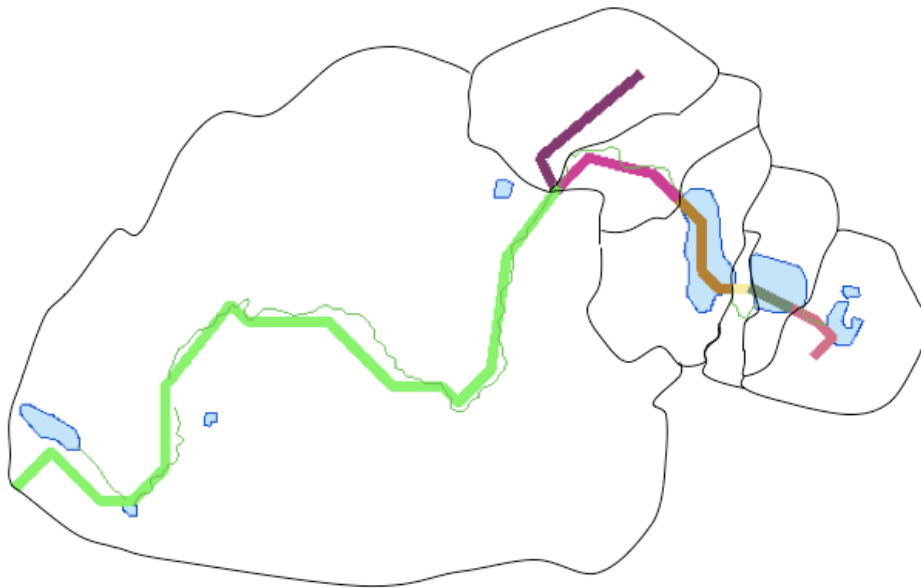
Värden i rasterskiktet anger arealen som ligger uppströms. Dvs avrinningsområdesstorleken för den aktuella positionen. Baserat på flödesriktningsdata.

Enhet: ha (heltal)

Vektordata

Uppdelning av objekt.

ViVan har delats upp rinnsträckor dvs. de sträckor som representerar vattneflödet mellan tillflödesplatser, sjö inlopp eller utlopp. Eftersom skalan är en annan än den som använts för att bygga upp vattenförekomster i Vattendirektivsarbetet har dessa för närvarande ingen koppling. Rinnsträckorna har en egen identitet och ett antal attribut. Identiteten på rinnsträckorna kan kopplas till delavrinningsområden eller den sjö som de representerar om linjen representerar en stomlinjen genom en sjö. I skiktets attributtabell finns ett attribut som anger vilken sjö som representeras av linjen. Till varje linje finns ett delavrinningsområde. I sjöarna bildar dessa områden delar av sjöns närtillrinningsområde.



Figur 8 Exempel på hur de virtuella vattendragsnätverket kan vara uppdelat. Data är representerat med tjockare linje. En färg för varje del. För varje del finns ett delavrinningsområde definierat. Den totala längden vattendrag stämmer mellan ViVaN och Vägkartan, medan antalet källflöden och deras placering på kartan samt grad av meandering inte stämmer mellan ViVaN och Vägkartan.

Virtuellt vattendragsnätverk (ViVaN)

Namn: **vivan_vtdr**

Yttäckning Nationellt

Positionsnoggrannhet: +/- 50m

Attribut:

Vivian_id - internt ID för rinnsträckan

FNode _ - löpnummer för startnoden i linjens början

Tnode _ - löpnummer för slutnoden i linjens slut

Length – längd i meter

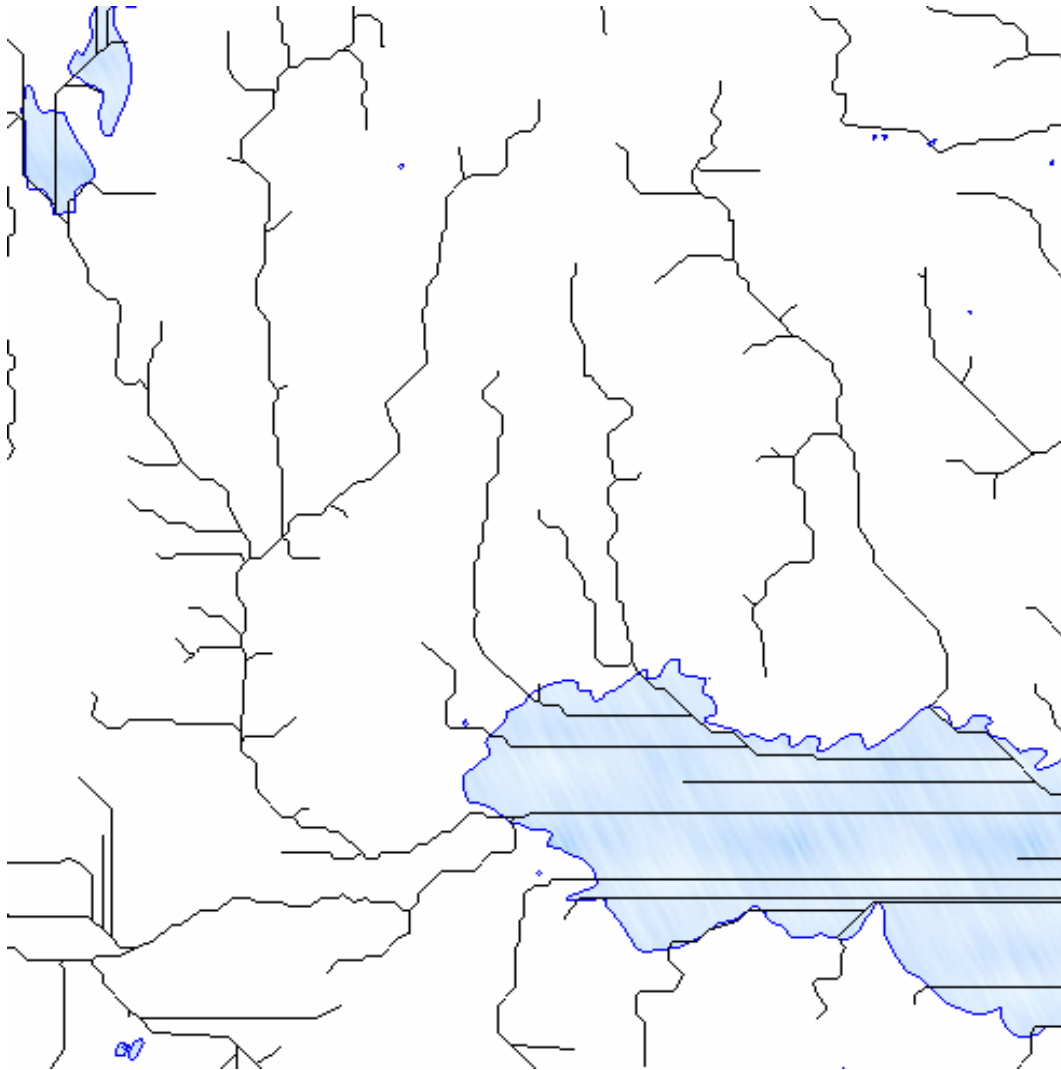
Strahler – strahler ordning 1-8 källflöde = 1, odefinierat = 0

Sjoid – om linjen representerar en stomlinje i en sjö anges här sjöns SMHI identitet.

Beskrivning: Linjegeometri baserad på flödesackumulerade, celler med ett värde över en bestämd tröskel har använts. Tröskelnivån är anpassade för att generera ett linjeskikt med vattendraglängder motsvarande blå kartans vattendrag. En nivå har itererats fram för varje huvudavrinningsområde. Linjeskiktet visar var vattendragen potentiellt skulle kunna bildas om markförhållanden mm varit homogena inom huvudavrinningsområdet.

Objektnoggrannhet: En jämförelse med vägkarta visar att källflöden ofta har olika utsträckning och omfattning, ju större avrinningsområde, desto bättre representation.

Omfattning: Linjegeometrin representerar beräknade flödesvägar. Linjegeometrin representeras av linjer som även går igenom sjöar så som visas i figur 10



Figur 9 Virtuellt vattendragsnätverk, geometrisk representation

Sjöar

Namn: **vivan_sj**

Yttäckning: nationellt

Attribut:

- ID – internt löpnummer
- sjoid - SMHIs SjöID
- Area - sjöarea km²
- Perimeter – strandlinjelängd i m räknat på kartskalen
- Sjonamn – namn på sjön i sjöregistret
- Source - Källa (Source :yv,vagkartan+SVAR, vagkartan)
- Centrx och
- Centry - koordinat i mitten av sjön belägen på sjöytan angivet i RT90
- P2a
- SVAR anger om sjön finns med i smhis vattenarkiv 0 = saknas i SVAR 1 = finns i sjöregistret men inte i vattenförekomstregistret, 2 finns i båda registerna.

- SNR (lika med sjö id där detta finns, i annat fall skapat utifrån sjöns Centrx och Centry)

Delavrinningsområden

Namn - Vivan_aro

Yttäckning – nationellt

Attribut:

- aro_id – löpnummer för delavrinningsområdet
- area – area i kvadratmeter
- rinnid – referens till vivan_vtdr segment kopplas till attributet vivan_id

Diskussion

Kommentar om variationen i tröskelvärden för avrinning

Någon hänsyn till jordart eller markförhållande har inte gjorts, något som eventuellt skulle kunna förbättra modellen.

Tröskelnivåer

De höga nivåerna för att det skall bildas vattendragsnätverk i nordligaste Sverige och för Skåne kan bero på tre saker

- Kartläggning av vattendrag i vägkartan är mindre detaljerade i Norra Sverige.
- Antalet vattendrag i Skåne är färre i vägkartan beroende på högre grad av täckdikning.
- Högre permeabilitet i marken gör att mindre del av nederbörden avrinner som ytvatten.
- Utnyttjande av vattnet innan det når ytvattenförekomster.

För Norra Sverige gäller troligen det faktum att de små vattendragen inte är representerade i kartan i samma omfattning som i södra Sverige.

För Skåne som till stor del består av jordbruksmark utnyttjas vattnet i grödeproduktionen samtidigt som stora delar av jordbruksområdena är täckdikade.

Totalt finns i de virtuella vattendragsnätverket 445 tusen km rinnsträcka, motsvarande för vägkartan är 430 tusen km I denna siffra finns inte större vattendrag, representerade med polygoner, med För den nätverksbildade översiktskartan blir längden 176 tusen km och för en kombination av översiktskartan och vägkartan 530 tusen km. För att motsvara vägkartans rumsliga upplösningen, måste siffran för den totala längden i de virtuella nätverket räknas upp med 14 % som motsvarar den krökning som inte återges i de virtuella nätverket. Den totala längden för vattendragen blir efter omräkning 507 km.

Kända problem och lösningar

Felaktiga flödesriktningar

Vissa delar av de virtuella vattendragsnätverket kan peka ut en felaktig flödesriktning. Problemet är störst i flacka områden. Problemet gäller även för rasterskiktet med flödesriktningar och ackumulering. När dessa fel upptäcks ska de åtgärdas genom manuell korrigering i databasen

Matchning mellan bäckar och åar i verkligheten

Beroende på den rumsliga upplösningen som höjddata har måste matchning mellan stationsplatser etc. göras manuellt.

Mindre sjöars koppling till sjöregistret

Där SMHIs sjökoordinat (utloppet) ligger långt ifrån sjöpolygonen i vägkartan finns det risk att fel sjöidentitet eller ingen sjöidentitet alls har matchas till sjöpolygonen

Sjöars mittkoordinater ligger ibland allt för nära land

Bestämning av en mittkoordinat i sjön har gjorts med en enkel metod i ArcInfo. Ingen hänsyn har tagits till sjöns form, öar mm,

Sjöar som saknas i polygonskiktet men som finns i sjöregistret

Dessa är framför allt av typerna:

Små sjöar

Sjöar som i kartan betecknas med otydlig strandlinje

Sjöar som ej finns med i översiktskartan men som ligger i ett stort vattendrags huvudfåra

Användningsområden och arbetssätt

Arbetssätt vid avgränsning av avrinningsområden

Avrinningsområden kan avgränsas manuellt genom att digitalisera vattendelaren med utgående från platsen som man vill bestämma avrinningsområden till genom att följa höjdryggar i topografiska kartan. Höjddatabasen gör det även möjligt att bestämma avrinningsområdet automatiskt genom att använda de flödesriktningar som tagits fram inom projektet. Trots detta krävs en del manuella moment beroende på följande:

- Noggrannheten i höjddata är för dålig för att man automatiskt skall kunna hitta utloppet, eller platsen där avrinningen skall bestämmas.
- Nära sammanflöden måste man definiera vilken del som avses, nedströms tillflödet, i biflödet eller i huvudflödet.
- I sjöar måste utloppet definieras och sammanfalla med den lägsta punkten i höjddata.

Även om den modifierade höjddatabasen fungerar bättre vid en rent automatisk avgränsning måste man framför allt ta hänsyn till de två senare punkterna. För att få ett bättre resultat föreslås att man arbetar med en kombination av manuella och automatiska metoder. För sjöar och vattendrag blir metoden något olika. Arbetet för varje område blir att markera platsens motsvarighet i de virtuella vattendragsnätverket.

Arbetssätt för sjöar

1. Ta reda på utloppskoordinaten för sjön.
2. Markera en plats på det virtuella nätverket som ligger i anslutning till utloppet och som inkluderar alla uppströms liggande rinnsträckor som kan antas rinna till sjön.
3. Med hjälp av nätverksanalys, välj ut hela vattensystemet uppströms den markerade punkten.
4. Välj ut alla sjöar som korsas av det utvalda vattensystemet, inkludera även sjön som du utgick ifrån om den inte redan finns med i urvalet.
5. Gör om sjöar och rinnsträckor i det virtuella nätverket till raster.
6. Använd rastret som utgångspunkt för att avgränsa avrinningsområdet med hjälp av riktningsgridet.
7. Kontrollera resultatet och korriger utgångspunkten och gör om eller använd en helt manuell metod för de områden som fungerat mindre bra.

Arbetsätt för vattendrag

1. Markera en plats en plats i rinnsträckorna i de virtuella nätverket som ligger så nära som möjligt den plats du vill bestämma avrinningsområdet till.
2. Med hjälp av nätverksanalys, välj ut hela vattensystemet uppström den markerade punkten.
3. Välj ut alla sjöar som korsas av det utvalda vattensystemet.
4. Gör om sjöar och rinnsträckor i det virtuella nätverket till raster.
5. Använd rastret som utgångspunkt för att avgränsa avrinningsområdet med hjälp av riktningssgridet.
6. Kontrollera resultatet och korrigera utgångspunkten och gör om eller använd en helt manuell metod för de områden som fungerat mindre bra.

Ett makro kan skrivas i ett GIS program där en användare enbart markerar platsen och för sjöar, anger sjöidentiteten. Resterande arbete kan göras automatiskt. Utloppskoordinater, sjöidentiteter mm kan läsas in från en textfil.

Arbetsätt för att uppskatta koncentration kalk från kalkning i sjöar och vattendrag.

Inom projektet har vi försökt uppskatta koncentrationen av kalk som kommer från kalkningsverksamheten med hjälp av de GIS-data som tagits fram. Man bör veta att de uppmätta halterna i sjöar varierar mycket beroende på mättillfälle och ett antal faktorer som är mycket svåra att kvantifiera, mängden tillförd kalk från kalkverksamheten kan även vara svår att särskilja från den naturliga tillförseln från berggrund etc. Ett grovt antagande är att den mängd som tillförs i en eller flera kalkningstillfällen i eller uppströms sjön löses helt i vattnet och späds ut med den avrinningen som tillförs sjön eller vattendraget från avrinningsområdet. Vi har testat två sätt att ta fram värden på kalcium koncentrationen utifrån uppgifter från kalkningsregistret.

- 1) Bestämning av koncentrationen i en station i vattendraget eller i en sjö
- 2) Dynamisk kartering av koncentrationen från källa till hav.

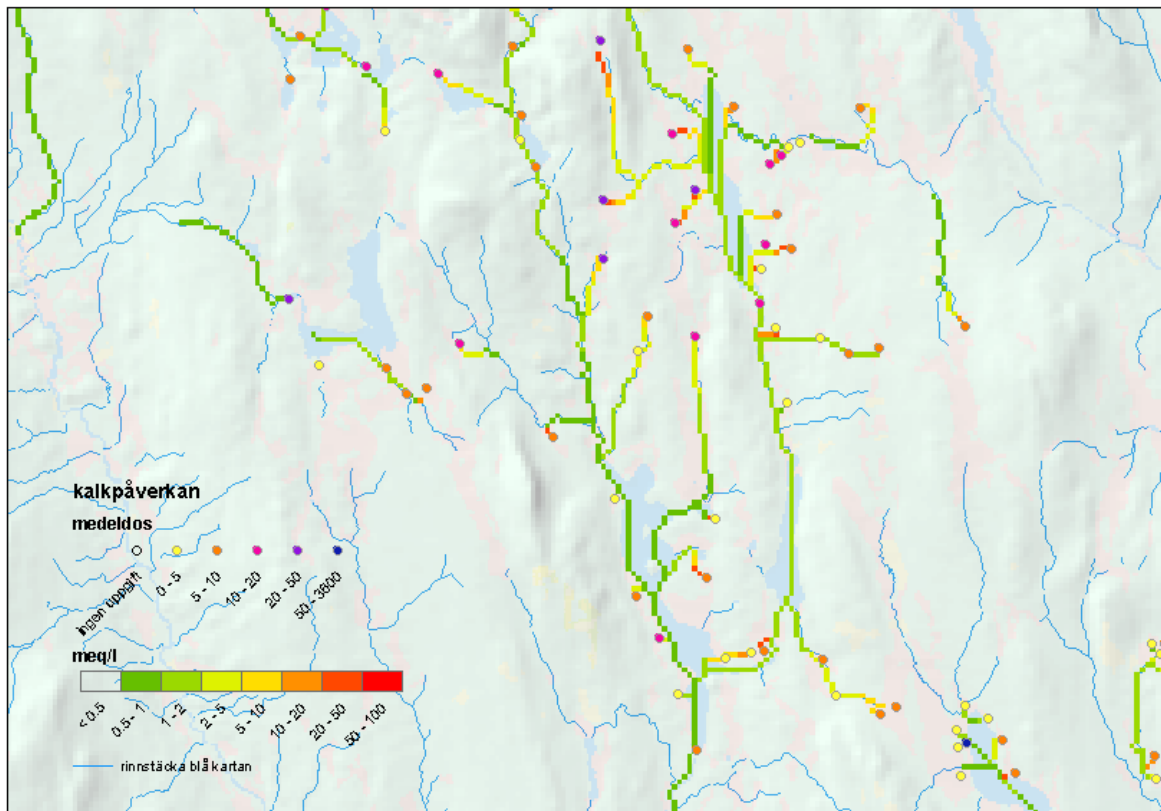
Bestämning av koncentrationen i en station i vattendraget eller i en sjö

- 1) Bestäm avrinningsområdet enligt ovanstående beskrivning
- 2) Välj ut alla kalkningsplatser som ligger inom avrinningsområdet
- 3) Summera tillförd kalciummängd kompenserad för kalkningsmedel
- 4) Beräkna medelvattenföringen i sjöns utlopp eller i vattendragets mätplats
- 5) Beräkna koncentrationen

Dynamisk kartering av koncentrationen från källa till hav.

- 1) skapa ett raster med kalkningsplatser där varje plats har ett rastervärde som motsvarar tillförseln av kalcium
- 2) Använd detta raster som vikt och beräkna ackumulerade mängder med hjälp av riktningssgridet.
- 3) Använd ett rasterskikt med värden på medelavrinningen och beräkna ackumulerade vattenflöden med hjälp av riktningssgridet.
- 4) Kvoten mellan ackumulerad kalciummängd och ackumulerad avrinning ger koncentrationen kalcium i vattnet

- 5) Resultatet blir in karta där man kan se hur kalciumhalten avtar ju längre nedströms kalkningsplatserna man kommer. Koncentrationen för en viss plats kan läsas av i rasterskiktet.



Figur 10 Dynamisk kartering av koncentrationen kalcium tillfört från kalkningsverksamhet

Övriga tillämpningar

Det finns ett antal tillämpningar där datamängden kan komma till användning, förutom avgränsning av avrinningsområden har det även använts för att välja lämpliga provtagningsstationer som uppfyller vissa kriterier så som en viss storlek på avrinningsområdet, dominerande markanvändningstyper, avstånd från sjö osv. Kriterier som framtagits ur denna datamängd kan användas tillsammans med kriterier som hämtas ur andra gisdata såsom höjd över havet, region etc. Tillsammans med olika metoder för slumpning underlättar man de primära urvalet av provtagningsstationer.

Ordlista

Höjddatabas – av lantmäteriet framtagen höjddata i rasterformat

Rinnsträckor – del av ett vattendrag som utgör delen mellan förenande vattenplatser så som mellan sjöutlopp och tillflöden, sjöinlopp etc. dessa representeras av en (1) linje i det virtuella nätverket

Riktningsgird – rasterrepresentation av flödesriktningar där varje cell anger vilket håll den avrinner åt.

Flödesackumulerat grid – rasterrepresentation av flödesmängder, varje cell anger hur stor area eller avrinning som avges från cellen och är summan av alla uppströms liggande flödesmängder och det lokala tillskottet från cellen.

Virtuellt vattendrags nätverk ViVan – nätverk av potentiella rinnsträckor baserade på framräknat flöde. Varje del av nätverket har en riktning som motsvarar vattnets flödesriktning och hänger samman från källor till havet.

